

ANNÉE 1937

THÈSE

N°

513

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean LAMY

Né le 21 Mai 1910, à CAEN (Calvados)

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

LES BEURRES DE CRÈMES MATURÉES AU POINT DE VUE HYGIÈNE

Président : M. TANON, professeur

PARIS

LIBRAIRIE LOUIS ARNETTE

2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2

1937

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1937

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean LAMY

Né le 24 Mai 1910, à CAEN (Calvados)

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

LES BEURRES DE CRÈMES MATURÉES AU POINT DE VUE HYGIÈNE

Président : M. TANON, professeur

PARIS

LIBRAIRIE LOUIS ARNETTE

2, RUE CASIMIR-DELAVIGNE, 2

1937

I. — Professeurs

	MM.
Anatomie	ROUVIERE
Physiologie	Léon BINET
Physique médicale	STROHL
Chimie médicale	POLONOVSKI
Bactériologie	Robert DEBRÉ
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN
Pathologie médicale	ABRAMI
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU
Anatomie pathologique	ROUSSY
Histologie	CHAMPY
Pharmacologie et matière médicale	TIFFEYNEAU
Thérapeutique	HARVIER
Hygiène et médecine préventive	TANON
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL
Pathologie expérimentale et comparée	LAVASTINE
Hydrologie thérapeutique et climatologie	FIESSINGER
	Maur. VILLARET
Clinique médicale	LOEPER
	CAKNOT
	Marcel LABBE
	CLERC
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE
	CUNEO
Clinique chirurgicale	GOSSET
	GREGOIRE
	LENORMANT
Clinique ophtalmologique	TERRIEN
Clinique urologique	MARION
	BRINDEAU
Clinique d'accouchements	COUVELATRE
	JEANNIN
	MOCQUOT
Clinique gynécologique	OMBREDANNE
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	RATHERY
Clinique thérapeutique médicale	LEMAITRE
Clinique oto-rhino-laryngologique	Pierre DUVAL
Clinique thérapeutique chirurgicale	SERGEANT
Clinique propédeutique	BEZANCON
Clinique de la Tuberculose	MATHIEU
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	LAUBRY
Clinique cardiologie	
Professeurs sans chaire	HOVELACQUE
	MULON
	OLIVIER
	VERNE

II. — Agrégés en exercice

MM		MM.
AMELINE.....	Pathologie chirurgicale.	DE GAUDART
BARIETY	Pathologie médicale.	D'ALLAINES
BENARD Henri	Pathologie médicale.	DE GENNES...
BERNARD Et... ..	Pathologie médicale.	GAYET
BESANCON (J.)	Hydrologie.	GIROUD
BOULIN	Pathologie médicale.	HAGUENAU ..
BULLIARD	Histologie.	HALPHEN
CATHALA	Pathologie médicale.	HAZARD
CHEVALLIER ..	Pathologie médicale.	HUGUENIN
COSTE	Pathologie médicale.	JOANNON
COGNON	Physique.	LACOMME
FEY	Urologie.	LANTUEJOL..
FUNK-		LAROCHE Guy.
BRENTANO	Pathologie chirurgicale.	LELONG
GALLIARD	Parasitologie.	
GASTINEL	Bactériologie.	

MM.

LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
LEVY (M ^{lle} J.)..	Pharmacologie.
LEVY-VALENSI.	Neurologie et Psychiatrie
MENEGAUX ...	Pathologie chirurgicale.
MOLLARET	Pathologie médicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET.	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN.....	Pathologie médicale.
OBERLING	Anatomie pathologique.
PETIT-	
DUTAILLIS	Pathologie chirurgicale.

MM.

PIEDELIEVRE .	Médecine légale
PORTES	Obstétrique.
RENARD (L.) .	Ophtalmologie.
RICHET	Physiologie.
SANNIE	Chimie biologique.
SENEQUE	Pathologie chirurgicale.
TROISIER	Pathologie expérimentale
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.

ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY-	
BERT.....	Physiologie.
GUENIOT.....	Obstétrique.

MM.

LARDENNOIS....	Pathologie chirurgicale.
LEROUX	Anatomie pathologique
NEVEU-	
LEMAIRE ...	Parasitologie.
PHILIBERT ...	Bactériologie.
VAUDESCAL.....	Obstétrique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.

ALAJOUANINE..	} Clinique médicale	
AUBERTIN		
BRULE		
CHABROL		
CHIRAY		
DONZELOT		
DUVOIR.....		
LIAN		
PASTEUR-		
VALLERY-RADOT		
SEZARY		

MM.

BASSET	} Clinique chirurgicale	
BROCQ		
CADENAT		
GATELLIER		
HEITZ-BOYER .		
MOURE		
QUENU		
SCHWARTZ		
VELTER		
ECALLE		
LE LORIER	} Clinique obstétricale	
LEVY-SOLAL ..		
METZGER		

V. — Chargés de cours

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé ...	Microbiologie.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



A MES PARENTS

A MES AMIS



A Monsieur le Professeur TANON

Membre de l'Académie de Médecine
Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Officier de la Légion d'honneur

*Qui m'a fait le grand honneur d'ac-
cepter la présidence de cette thèse. Hom-
mage de ma gratitude.*

A Monsieur le Docteur NAVARRE

Sous-Directeur de l'Institut d'Hygiène de la Faculté de Médecine
de Paris

Professeur de l'Ecole de Médecine de Caen
Chevalier de la Légion d'honneur

*Qui m'a inspiré le sujet de cette thèse
et conseillé au cours de ce travail.*

*Qu'il reçoive l'expression de ma res-
pectueuse reconnaissance.*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

MM.

Le Professeur F. BEZANÇON ;

Le Professeur CUNEO ;

Le Professeur GUILLAIN ;

Le Professeur ALGLAVE ;

Le Docteur HALBRON ;

Le Docteur LABEY ;

Le Docteur GRENET ;

Le Docteur CLEISZ ;

Le Docteur LEVANT.

A Monsieur le Docteur HERSCHER

Médecin des Hôpitaux de Paris

Officier de la Légion d'honneur

*Pour l'enseignement qu'il m'a prodigué
et la cordialité qu'il m'a toujours témoi-
gnée. Hommage de ma gratitude.*

INTRODUCTION

Le problème de l'alimentation occupe en ces temps modernes une place considérable et a été l'objet d'études nombreuses.

La vie moderne avec son activité trépidante qui use le système nerveux, le sédentarisme, l'inactivité musculaire, la nécessité trop fréquente d'abréger la durée des repas, sont certainement à l'origine de nombreuses dyspepsies. Ajoutons à ces facteurs un élément psychique : les soucis, souci de l'heure actuelle, du lendemain, d'ordre matériel, pécuniaire ou moral. Le souci, en un mot, semble dominer l'activité de tous. Peut-être pouvons-nous l'incriminer également dans la pathogénie de certains troubles digestifs. Toujours est-il que peu à peu nos fonctions digestives s'étant altérées, les hygiénistes, les médecins, se sont appliqués depuis plusieurs années à la recherche d'une diététique rationnelle, qui permette de donner à l'individu une ration alimentaire suffisante tant au point de vue énergétique ou calorifique qu'au point de vue protection de l'organisme.

Nombreuses sont les autres raisons qui ont amené à approfondir ces recherches.

La première peut-être est la compréhension plus

éclairée de la physiologie de l'assimilation. Une autre plus accessoire, mais importante également, est de préserver le consommateur des fraudes alimentaires, qui sont devenues fréquentes avec l'industrialisation.

Que résulte-t-il de ces recherches ?

Les besoins calorifiques d'un adulte vivant dans des conditions ordinaires et n'accomplissant pas un travail musculaire ont été évalués à 2.400 grandes calories. Ces calories nous seront fournies par :

Les protéines.

Les sucres.

Les graisses.

Ces dernières jouent un rôle considérable dans notre alimentation. Elles contribuent surtout à l'entretien de la chaleur animale, un gramme de graisse fournissant 9 grandes calories ; mais en outre, par leur mise en réserve dans l'organisme, « elles constituent un volant d'énergie, un écran contre la déperdition de chaleur, un égalisateur des formes plastiques et un coussin amortisseur des pressions exercées à la surface du corps » (M. Henri Labbé, dans son cours sur l'alimentation de l'homme normal).

Il est généralement admis à l'heure actuelle que de toutes les graisses, les graisses animales sont les meilleures et, parmi celles-ci, le beurre occupe la première place. Aussi l'avons-nous choisi comme objet d'étude. Nous laisserons de côté les questions de contamination par le beurre et les fraudes du beurre, nous nous occuperons surtout de la question de technique et de préparation du beurre.

Dans un bref chapitre d'historique, nous montrerons que le beurre est connu depuis des temps très reculés et que sa fabrication a toujours nécessité l'emploi de crèmes fermentées jusqu'à ces temps modernes.

Nous étudierons ensuite les qualités que l'on est en droit de réclamer d'un beurre puis les défauts.

Dans un dernier chapitre, nous étudierons sa fabrication en nous attachant à montrer les avantages retirés de l'utilisation de crèmes mûries avec des ferments sélectionnés, opposant cette méthode à celle, employée dans divers pays encore de nos jours, qui consiste à baratter la crème douce ou crème n'ayant pas subi de fermentation préalable. Nous essaierons de montrer, en comparant les diverses méthodes de préparation, quelle serait la méthode semblant réaliser toutes les conditions nécessaires pour garder au beurre les qualités qui font de lui un aliment de haute valeur, un aliment vivant.

HISTORIQUE

Avant de commencer l'étude du beurre, jetons un regard en arrière et nous verrons que cet aliment est connu et utilisé depuis des temps très reculés.

Dès l'âge de la préhistoire, les Aryas primitifs recueillaient la crème du lait, la battaient et en extrayaient le beurre (Pictet, dans « Origines Indo-Européennes », tome II, p. 31-32). Celui-ci semble n'avoir servi d'abord que d'aliment. Son emploi pour les sacrifices, qui plus tard a pris une si grande extension chez les Aryas de l'Inde, paraît être propre à ces derniers.

Le vieux mot français « mègue » dériverait, selon Pictet, de la racine sanscrite Mathita beurre.

Chez les Grecs, le beurre ne fut pas un aliment courant. Homère en parle comme d'un aliment propre à des nations barbares qualifiées de galactophages, d'hippomulges.

Si les historiens n'en parlent pas, des médecins, tels Hippocrate et, beaucoup plus tard, Dioscoride d'Anazarba, l'interdisent à certains malades. Ceci nous laisse supposer que si les Grecs mangeaient peu de beurre, ils en connaissaient tout au moins l'existence.

Hérodote, voyageur curieux, croit devoir décrire, pour l'étrangeté du fait, sa préparation chez les Scythes :

« Lorsqu'ils ont tiré le lait, ils le versent dans des vases de bois autour desquels ils placent des esclaves pour l'agiter et en tirent la partie qui surnage, la regardant comme la meilleure et la plus délicate, celle du dessous étant moins estimée ».

Aristote, dans son ouvrage sur les animaux, parle du lait, mais ne parle point du beurre.

Les Romains vécurent longtemps dans l'ignorance du beurre dont ils durent la connaissance aux Germains. Pline en parle comme d'une substance singulière qui servait d'aliments aux nations barbares.

Les rares passages où il est question du beurre décrivent une substance semi-liquide analogue à la crème, ceci vient probablement du fait qu'ils ne barattaient pas la crème. On ne trouve en effet, ni chez les Grecs, ni chez les Romains, de terme qui signifie baratte ou barattement.

Pour expliquer le peu de faveur que semble avoir le beurre chez les Grecs et les Romains, nous devons probablement chercher une raison dans la facilité qu'a le beurre à rancir. Ces contrées sont peu propices à la fabrication et à la conservation de ce produit. Le développement des industries laitières en Italie, en Grèce et dans le Midi de l'Europe n'a pu prendre d'extension que depuis que se sont développées les méthodes industrielles de fabrication qui ont diminué le risque du rancissement.

Nous ne voulons pas dire que dans ces contrées, on ne sait fabriquer le beurre et le conserver que depuis peu de temps. Le Docteur Bendanou, il y a quelques années, nous apprenait comment les pasteurs nomades du Sud Algérien fabriquaient et fabriquent encore le beurre suivant les anciennes méthodes. Nous reproduirons ici son exposé, qui ne manque pas d'intérêt et comparerons la technique des nomades des hauts plateaux avec celle employée dans nos campagnes autrefois.

Tous les soirs les brebis sont ramenées et sont livrées aux femmes qui se chargent de les traire. Le lait, recueilli dans des récipients en alfa tressé, est abandonné à lui-même pendant 24 ou 36 heures. La crème monte lentement à la surface ; la masse du lait, sur lequel surnage la crème, ne tarde pas à se cailler et le tout est projeté dans une outre contenant de l'eau tiède. L'outre est suspendue à l'angle d'un trépied et la femme qui manie cette espèce de baratte lui imprime des mouvements en avant avec arrêt brusque. Le liquide, sous l'influence de cet arrêt, revient en quelque sorte sur lui-même et après avoir frappé une face interne de l'outre, revient choquer la face opposée. C'est lors de ce mouvement brusque de va-et-vient que les globules gras s'agglomèrent et forment le beurre. Une fois agglomérés, on enlève le beurre, on le lave dans l'eau fraîche, on le pétrit pour le débarrasser du petit lait ou babeurre qu'il contient.

Le petit lait, ou lében, ou babeurre lactique, résul-

tant de la fabrication du déhene ou beurre, servira de boisson aux indigènes, qui en sont très friands. Ce sous-produit présente de nombreux avantages : c'est un aliment, par la matière grasse et la forte quantité de caséine qu'il contient ; c'est un désinfectant intestinal par l'acide lactique qui s'y est formé par dédoublement du lactose. On comprendra dès lors pourquoi ce lében était et est encore tellement apprécié par les peuples nord-africains.

En France, on fabrique le beurre depuis des temps très reculés.

Autrefois, pour obtenir la montée de la crème (globules gras), on abandonnait le lait à lui-même dans un récipient ouvert en grès ou en métal. En Normandie, en Franche-Comté et dans les pays scandinaves, on mettait le lait dans des plateaux de fer étamé, munis d'un rebord, ou rondots. Ces rondots étaient placés dans des bacs où circulait un courant d'eau fraîche.

Dans les Charentes et dans le Poitou, pour faciliter la montée des globules gras et pour éviter l'altération du lait, on chauffait le lait.

Dans l'Yonne, certains ruraux obtiennent encore la montée de la crème en mettant le lait dans des pots en grès (deux litres environ) ; au bout de quarante-huit heures, la crème était recueillie dans une grande beurrière et presque aussitôt barattée.

La crème ainsi obtenue était appelée crème douce, c'est-à-dire ayant une faible acidité. Une fois la

crème recueillie par cet écrémage spontané, les méthodes différaient. Certains la barattaient aussitôt, d'autres la laissaient mûrir, c'est-à-dire se reposer.

La maturation de la crème avait pour but son acidification.

Si nous comparons cette méthode à celle employée par les Nord-Africains, nous trouvons des points de ressemblance :

1° Nécessité de laisser reposer le lait pour obtenir la montée de la crème, ce qui a pour effet d'acidifier la crème, de la fermenter.

2° Le principe du barattage, qui consiste à agiter la crème pour obtenir une agglomération des globules gras, est toujours le même. Certes, les Nord-Africains baratteront l'ensemble : petit lait, caillé, crème. Mais dans certaines régions de la France, on barattait également le lait complet. M. Desmoulin, dans « Art de faire le beurre » (1838), nous rapporte que le barattage du lait complet non écrémé est beaucoup plus long et très pénible, en outre le beurre est moins bon, sans parfum, sans arôme.

Ces méthodes de fabrication du beurre avaient leurs inconvénients. Le plus important, peut-être, était la difficulté d'avoir des beurres de qualité égale. La fabrication du beurre était un secret de famille que l'on se transmettait de père en fils. Un autre inconvénient était la perte de temps considérable de l'écrémage. Enfin les beurres ainsi obtenus ne se conservaient pas.

Tels sont les principaux inconvénients qui sont à

l'origine de la transformation de l'industrie beurrière depuis un demi-siècle.

Un premier progrès dans cette industrie fut réalisé par Fusch de Carlsruhe qui, en 1859, eut l'idée d'utiliser la force centrifuge pour écrémer le lait. A sa suite vinrent : Fesca, de Berlin, Prandlt et Lefeldt. Mais ce fut un Suédois, Laval, qui, en 1887, réussit à rendre l'écrémeuse continue, d'ailleurs bien connue en France, à laquelle il donna son nom (Alfa-Laval).

Les avantages que l'on en retire sont multiples :

Perte de temps minime et par suite diminution des risques d'altération de la crème par les germes du lait qui n'ont pas le temps de se développer.

Meilleur rendement, puisque, l'écramage terminé, la perte en globules gras dans le lait écrémé peut n'être que de 0,5 % ou 1 %.

Un autre progrès de l'industrie beurrière fut de pasteuriser le lait avant de l'écémer. La pasteurisation du lait eut pour effet de détruire tous les germes nuisibles. Seuls résistent les germes thermophiles et les spores thermo-résistantes.

Enfin, le dernier progrès de l'industrie beurrière fut l'emploi des levains lactiques pour l'ensemencement des crèmes en vue de les maturer.

Cette maturation de la crème est-elle nécessaire ?

Autrefois, les crèmes étaient toujours plus ou moins acidifiées. L'acidification de la crème ayant eu le temps de s'effectuer pendant la montée des globules gras.

Le problème sur la nécessité d'acidifier la crème avant de la baratter ne se pose que depuis l'introduction de l'écrémeuse dans la pratique courante. Nous le résoudrons en comparant les avantages et les inconvénients des beurres obtenus selon que la crème aura été fermentée ou non.

Au préalable, nous verrons quelles sont les qualités qu'on peut exiger d'un beurre, quelles sont celles qui en font un aliment de choix et que le consommateur est en droit de réclamer.

QUALITÉS DU BEURRE

Couleur

Quelles sont les qualités physiques que l'on peut réclamer d'un beurre ?

La couleur retiendra d'abord notre attention, non qu'elle puisse laisser présumer de la véritable qualité du beurre, mais il est reconnu que le public lui attribue une grosse importance. C'est ainsi que le beurre légèrement mais uniformément jaune est choisi de préférence, à un beurre blanc.

Cette coloration du beurre est fonction de nombreux facteurs. Les saisons : elle atteint son maximum d'intensité en juillet-août et son minimum en avril.

La région productrice joue un rôle considérable : Loewy et Gronheim ont montré que les beurres les plus colorés provenaient de lait recueilli dans les pays de montagne.

Cette couleur jaune tient à la richesse du beurre en carotène. Pour donner la couleur jaune si appréciée du public, on a successivement employé les extraits de safran, de carthame, de broussonette

fustic, de carotte, de la fleur de souci, etc... Le produit le plus employé est le rocou, extrait du rocouyer ; on l'a employé de préférence à tant d'autres produits car il n'a ni goût, ni odeur, il n'est pas toxique et il est stable à la lumière.

Ajoutons qu'à l'heure actuelle il a tendance à être supplanté par le carotène, qui a comme avantage sa richesse en vitamine. Son emploi est donc moins décevant pour le consommateur que l'emploi des autres colorants, qui n'ont qu'une valeur nutritive minime ou nulle.

Odeur

Bien différente est la valeur de l'arome du beurre, qui permet de reconnaître les bons beurres, de les distinguer de ces beurres plats, sans parfum, d'odeur fade, ou beurres de crème douce.

Mais pour vraiment apprécier un beurre et sa qualité, il faut le goûter, geste coutumier d'ailleurs de toute bonne maîtresse de maison. Le goût de noisette est particulièrement recherché par les connaisseurs et ne se rencontre que dans les beurres de crème maturée. Ce goût, cet arome est le résultat des fermentations lactiques, ils le doivent en grande partie au diacétyl, produit d'oxydation de l'acétyl méthylcarbinol ; dans cet arome lui-même, il y a une cause d'erreur, c'est l'adjonction de diacétyl à un beurre de crème douce ou à un beurre de crème de qualité inférieure. Une nouvelle législation est

venue mettre un terme à cet usage. Nous y reviendrons par la suite.

L'arome du beurre est un bon test de la haute qualité du beurre, car il ne se rencontre que dans les beurres vivants contenant des ferments lactiques si utiles à notre organisme.

Texture

On exige du beurre, outre la couleur, le parfum, l'arome, une autre qualité : la consistance. Combien il est désagréable pour le consommateur d'avoir en été un beurre mou et en hiver un beurre dur. Le consommateur le désirerait toujours de la même consistance. Nous verrons plus loin que les recherches ont été nombreuses pour lui donner une consistance uniforme en hiver comme en été. Dans ce but, on a modifié l'alimentation des vaches, et tout dernièrement on a constaté la nécessité de jouer sur de nombreux facteurs : pH, température de la crème au moment du barattage, température de l'eau de lavage du beurre, etc...

Enfin un beurre doit avoir une texture homogène, une surface lisse à la coupe ; un beurre granuleux est un beurre falsifié.

De telles qualités ont leur importance physiologique en augmentant la digestibilité du beurre. Il est indéniable qu'un beurre dont la couleur plaît à la vue, dont l'arome flatte le palais est, si l'on peut dire, digéré avant même d'être absorbé. Nous ne rappellerons que pour mémoire les expériences de

Pavlov sur ce sujet. Anna Tonkich aurait même démontré, il y a quelques années, que les excitants psychiques les plus efficaces vis-à-vis du pancréas étaient le lait et le beurre.

Composition du beurre

Si la couleur, l'odeur, l'arome, la texture nous permettent d'apprécier la qualité d'un beurre, nous ne pouvons nous en tenir à cet examen purement subjectif. La qualité alimentaire du beurre étant notre objectif, il nous reste à envisager le problème le plus important : la composition du beurre, en fonction de son assimilation et de son apport énergétique.

Dans l'étude « la composition du beurre », nous envisagerons successivement les éléments chimiques et les éléments vivants. Par éléments vivants, nous entendons les vitamines et les ferments.

La composition chimique du beurre

La composition du beurre étant fonction de nombreux facteurs, nous ne pouvons que donner des chiffres moyens. M. Nicolas, dans son cours d'hygiène, donne les chiffres suivants rapportés à 100 gr. de beurre :

Eau	13,45 %
Cendres	1,59 %
Matières azotées	0,76 %
Matières grasses	83,70 %
H. de C.	0,50 %
Calories	751 à 770

Nous voyons que dans ce tableau, la matière grasse représente 84 % du poids du beurre.

L'eau y entre dans une proportion variable de 12 à 14 % et ne doit jamais dépasser 16 % (décret du 25 mars 1924). Dans ce dernier cas, la lactose, la caséine, les sels minéraux ne représenteraient que 2 % de ce poids. La matière grasse est constituée par des mélanges complexes de glycérides ou éthers de la glycérine et de différents acides gras. Nous rapportons dans le tableau ci-dessous les résultats des travaux de Hamberger, Grossfeld, Heidusda, qui sont exprimés en acide gras. Nous les avons rangés par ordre de poids atomique et avons mis en regard leur point de fusion respectif.

Nous verrons ultérieurement que la digestibilité des acides gras varie en raison inverse de leur poids atomique et de leur point de fusion.

Série saturée $C_n H_{2n} O_2$		Pourcentage dans le beurre	Point de fusion en °C	Indice d'iode
C^4	Acide Butyrique	4,3 % ..	7	
C^6	» Caproïque	1,6 % ..	8	
C^8	» Caprylique	1,2 % ..	17	
C^{10}	» Caprique	1,2 % ..	31	
C^{12}	» Laurique	5,0 % ..	44	
C^{14}	» Myristique	16,4 % ..	54	
C^{16}	» Palmitique	14,8 % ..	63	
C^{18}	» Stéarique	3,4 % ..	69	
Série non saturée				
C^{18}	Acide Oléique	44,8 % ..	liquide à température ordinaire	 90

Notons que la matière grasse du beurre renferme en outre de 0,5 % à 1 % de matières insaponifiables, parmi lesquelles nous retiendrons la cholestérine, qui en constitue la presque totalité et accessoirement la lécithine.

L'analyse des beurres se fait à l'heure actuelle par la méthode dite des indices, qui comporte toute une série de déterminations qui permettent de doser approximativement la teneur en acides gras du beurre. On les a groupés en se basant sur les qualités physiques ou chimiques différentes qu'ils présentent. Nous en indiquerons les principales valeurs et la signification de chacune d'elles.

1° Qualités chimiques

a) Le dosage des acides gras volatils solubles dans l'eau (A. butyrique, caproïque) s'effectue par la méthode de Reichert Messl (saponification préalable en milieu aqueux), ou par la méthode de Leffmann Beam (saponification préalable en milieu glycéринé).

Cet indice aurait pour limites extrêmes 34 et 24.

b) Le dosage des acides gras volatils insolubles (acide caprylique et caprique), leur détermination donne l'indice de Polensk, dont les valeurs extrêmes seraient comprises entre 1,3 et 5,3.

c) Acides gras non volatils saturés : renfermant plus de 12 at. de carbone (acides laurique, myristique, palmitique).

d) Indice d'acides gras solubles totaux dont les valeurs extrêmes sont 87,5 et 5,4.

e) Indice d'acides gras insolubles (volatils et non volatils) ou indice de Hehner, dont les valeurs extrêmes sont 87,5 et 87,8 (Schuster).

f) Acides gras non saturés représentés dans le beurre presque uniquement par l'acide oléique. Son dosage s'effectue par l'iode et constitue l'indice d'iode ou l'*indice de Hüble*.

Schuster, sur deux échantillons de beurre français, en indiquait les valeurs suivantes : 41,7 et 39,3 %. Van Laer donne pour valeurs extrêmes 25 et 49,39.

g) *Indice de saponification* ou indice de Köttstorfer : permet de déterminer le poids moléculaire moyen des acides gras en dosant la quantité d'alcali nécessaire pour saponifier un poids connu de matière grasse.

Schuster donnait pour valeur de cet indice 230 et 225.

2° Qualités physiques

a) Indice de Crismer : température critique de dissolution dans l'alcool. Les valeurs de cet indice pour Bougault sont comprises entre 54 et 56,5.

Notons que les variations de cet indice marchent de pair avec celles de l'indice de Reichert Meissl.

b) Indice de réfraction : permet d'identifier les matières grasses en se servant de leur pouvoir réfractométrique. M. Keymeulen, au dixième congrès de laiterie, donnait pour valeur limite de cet indice 41,3 et 45,5.

c) Densité de la matière grasse du beurre : d'après

Bougault, elle serait de : à la température de 15°, 0,9236 à 0,9400.

d) Le point de fusion oscille de 31°. à 36°. Il marche de pair avec le poids atomique. Plus un beurre renfermera d'acides gras saturés à poids atomiques bas, plus son point de fusion sera bas, plus il sera digestible.

En réalité, la méthode des indices, quoique suffisante, ne permet qu'une détermination approximative. Fixer une ligne de démarcation tranchée entre les acides en C⁴, C⁶, C⁸, C¹⁰, C¹², C¹⁴, C¹⁶, C¹⁸ est chose impossible. Les différences d'un terme à l'autre ne sont pas assez nettes pour que l'on puisse les placer en catégories tranchées.

Il en résulte que la division en acides solubles et insolubles est un peu arbitraire et que les résultats des dosages dépendront des conditions expérimentales qui ont besoin d'être parfaitement précisées (Bougault).

C'est en comparant les valeurs de chaque indice, en envisageant le lieu d'origine du beurre, la saison de récolte du lait, que l'expert est arrivé à apprécier la qualité d'un beurre. C'est ainsi que MM. Peter et Krön, au sujet de ces indices, constataient peu de variations en valeur absolue dans les indices de Reichert, Meissl, en été et en hiver.

Par contre, l'indice de réfractométrie varie notablement.

En hiver, il oscille de 40,5 à 42.

En été, il oscille de 42 à 44,5.

Pour se rendre compte de la valeur des indices, nous donnons ci-dessous des limites de variations de quelques-uns des indices de trois graisses que l'on rencontre fréquemment dans les mélanges.

Nous emprunterons ces chiffres à M. Van Laer (chimie des fermentations).

Indices	Beurre de vache	Margarine	Beurre de coco
Reichertmeissl	24 - 34	0,1 - 0,9	6 - 8
Polenske	1,3- 5,3	0,35- 0,6	16,8- 17,8
Hehner	85 - 92	94 - 96	81
Hûble	25 - 49	48 - 64	8 - 9,5
Köttstorfer	220 -232	190 -200	253 -271

L'examen de ce tableau montre l'importance, au cours de l'expertise, de comparer la valeur de chacun des indices et comment, en confrontant les variations en plus ou en moins de chacun des indices, on peut arriver à déterminer la substance grasse étrangère qui a été incorporée au beurre, mais si la méthode des indices donne de précieux renseignements, au point de vue fraude alimentaire, ce ne sont pas là les seules indications qu'elle nous donne. Elle permet également d'apprécier la qualité d'un beurre au point de vue de l'hygiène alimentaire, c'est de ce sujet, qui a été peu traité jusqu'alors dans notre littérature médicale, que nous allons essayer de traiter, nous efforçant de comparer ce que nous apprend la physiologie de la digestion avec les renseignements que nous apporte la méthode des indices sur la qualité de la matière grasse du beurre.

Voyons rapidement dans ce but ce que nous dit la physiologie sur la digestion des graisses.

Digestion des graisses

1° Digestion et absorption des graisses

La physiologie nous apprend que les graisses ingérées ne subissent aucune transformation au cours de leur transit buccal.

Par contre, en arrivant dans l'estomac, certains auteurs ont prétendu qu'elles y seraient attaquées par une lipase. L'action lipasique de l'estomac est très discutée, de toute façon elle est faible et n'agirait que sur des graisses déjà émulsionnées. Mais si l'action lipasique est discutable, la rapidité d'évacuation du contenu gastrique ne l'est pas. Shermann et Holmès ont montré que de toutes les graisses, le beurre frais non cuit était celui qui retardait le moins l'évacuation du contenu gastrique. Ce retard augmenterait lorsque le point de fusion de la graisse augmente (Holmes food products).

Le dédoublement de la graisse en vue de son absorption se fait au niveau du duodénum. En ce lieu, la graisse est soumise à la triple action de la bile, du suc pancréatique, du suc intestinal. Voyons donc comment se fait cette digestion.

Elle nécessite deux opérations : l'émulsion, la saponification ou hydrolyse.

L'émulsion se fait au contact du suc pancréatique et de la bile. Elle a pour but de diviser la matière

grasse en fines gouttelettes, et par suite d'augmenter la surface d'attaque à l'action de la lipase pancréatique en vue de la saponification.

La saponification consiste dans le dédoublement de la graisse en glycérine et acides gras.

La glycérine, étant soluble, passera dans les chylifères. La majorité des acides gras du beurre, étant insolubles, sont transformés en savons sous l'action des sels biliaires et devenus de cette manière solubles, ils passeront également dans les chylifères ; là, ils seront hydrolysés, puis éthérifiés à nouveau par la glycérine, pour former les mêmes glycérides qui passeront alors dans la circulation.

Tel est le phénomène de la digestion et de l'absorption des graisses tel qu'il est généralement admis à l'heure actuelle.

. 2° Facteurs activant la digestion

1° ACTIVANTS DE L'ÉMULSION

Nous avons vu que l'émulsion facilitait l'action lipasique. En réalité, ces deux phénomènes s'intensifient l'un par l'autre, car si l'émulsion permet à la lipase d'hydrolyser les glycérides, les acides gras qui en résultent faciliteront l'émulsion ; on a montré, en effet, que les acides gras libérés sont aussitôt transformés en savon au contact des sels biliaires et des sels du suc intestinal ; or, ces savons possèdent par eux-mêmes, du fait de leurs propriétés physico-chimiques, un pouvoir émulsif des plus accu-

sés, en diminuant la viscosité des globules gras et en rendant l'émulsion plus stable.

La qualité de la graisse intervient également pour faciliter l'émulsion. C'est ainsi que les graisses liquides ou facilement fusibles telles que l'huile, le beurre, s'émulsionnent plus rapidement que des graisses à point de fusion plus haut.

D'autre part, des graisses telles que le beurre, renfermant des acides gras volatils (caproïque, caprique), s'émulsionnent plus facilement du fait de la transformation immédiate en savon de ces acides (ceux-ci se trouvant à l'état libre ou facilement dissociable) et du fait de la petitesse de leur molécule.

Enfin le suc pancréatique et la bile, surtout par ses sels, activeront considérablement l'émulsion.

2° ACTIVANTS DE LA SAPONIFICATION

L'étude des facteurs intervenant dans l'hydrolyse et la saponification est plus complexe. Nous ne reviendrons pas sur la nécessité d'une émulsion ; qu'il nous suffise de dire que plus l'émulsion sera fine, plus elle sera complète, plus l'action lipasique sera rapide.

a) *Excitants de la sécrétion pancréatique*

Cette hydrolyse suppose la sécrétion de la lipase pancréatique ; son mécanisme de sécrétion est sous la dépendance de nombreux facteurs :

Pavlov montra l'importance des phénomènes psychiques dans cette sécrétion pancréatique. Mlle Anna

Tonkich montra récemment que les excitants psychiques les plus actifs de la sécrétion du pancréas étaient le lait et le beurre. Donc, même avant qu'il ne soit ingéré, le beurre a déjà préparé en partie sa digestion.

Cet élément psychique, quoique important, est cependant négligeable à côté de l'importance des autres facteurs.

La preuve du rôle que joue l'acidité du chyme gastrique sur la sécrétion lipasique n'est pas à faire ; l'indigestibilité des graisses dans l'hypochlorhydrie est suffisamment connue.

Dolinski, Damachin et Walter ont montré également que l'introduction de graisses neutres ou de savons dans l'estomac suffisait pour entraîner rapidement un écoulement durable du suc pancréatique, cette expérience est particulièrement nette avec du beurre ou de l'huile d'olive. Babkin a observé le premier que l'introduction d'une solution d'oléate de soude dans l'estomac d'un chien porteur d'une fistule pancréatique du canal de Wirsung est suivie d'une sécrétion pancréatique. Terroine, il est vrai, subordonne l'action de ces savons à la facilité qu'ont ces corps à se dissocier en acides gras et glycérine ; et ce serait, en réalité, les acides gras libres qui serviraient d'impulsion à la sécrétion pancréatique, tels sont les facteurs principaux augmentant la sécrétion pancréatique. Cette action n'agit pas directement sur le pancréas, mais agit par l'intermédiaire de la sécrétine ; c'est à Bayliss et Starling que revient le

mérite d'avoir montré pour la première fois l'existence de la sécrétine, sa sécrétion par la muqueuse duodénale et son mode d'excitation humorale de la sécrétion pancréatique.

b) *Facteurs renforçant l'action lipasique*

L'acidité du milieu joue un rôle important. Il semble acquis maintenant que les valeurs extrêmes du pH doivent être comprises entre 8,9 et 6,7. Normalement le pH est aux environs de 7.

Willstätter, en 1923, montrait l'importance des produits de l'hydrolyse elle-même, sur l'activation du ferment ; il insistait en particulier sur la libération de l'acide oléique qui est suivie de la formation d'un savon alcalino-terreux : l'oléate de calcium, substance qui, par l'intensité de son pouvoir favorisant, se classe parmi les activants les plus puissants de la lipase.

Les autres sels, chlorure de sodium, carbonates, phosphates, etc., jouant le rôle de substances tampons, permettent de conserver le pH voulu, conditions si étroitement liées à l'activité de la lipase et à la stabilité de l'émulsion. Les acides (lactiques, citriques) et les sels (phosphates, carbonates) que renferme le beurre, contribuent peut-être eux aussi à jouer ce rôle de substance tampon, ce qui expliquerait en partie sa digestibilité.

Le rôle, favorisant la saponification, de l'acide lactique, semble devoir être plus important par son action sur les lipides. Selon les théories récentes, en

effet, il ne semble pas que cet acide ait, à proprement parler, une action chimique sur les graisses, mais on pense, à l'heure actuelle, qu'il ferait disparaître la membrane haptogène de nature protéique qui entoure normalement les globules gras, de ce fait, l'action saponifiante de la lipase serait rendue plus rapide. On peut, par ces données, être amené à conclure que les globules gras, ayant subi l'action continue de l'acide lactique produit par la fermentation lactique, se trouveraient débarrassés de cette membrane haptogène dans les beurres de fermentation, ce qui ne se produirait pas dans les beurres de crèmes n'ayant subi aucune fermentation. Il en résulte que les beurres de crème fermentée seraient plus digestibles que les autres.

Enfin, Willstätter insiste également sur l'effet favorisant la saponification de la glycérine.

3° FACTEURS FAVORISANT L'ABSORPTION INTESTINALE

Nous avons envisagé successivement les facteurs favorisant l'émulsion, puis l'hydrolyse, il nous reste à envisager les facteurs intervenant pour faciliter l'absorption intestinale. La bile semble jouer un rôle considérable en transformant les acides gras en savons, rendant ainsi solubles les acides gras insolubles.

Mais la muqueuse intestinale peut-elle absorber des graisses sans le secours du pancréas ? De nombreux auteurs, Schiff, le premier, puis Boldyreff, Frouin, Kaboulloff et Terroine, Orbelli et Mme Tityaëff

ont montré l'existence d'une lipase intestinale ; enfin, le Pr. L. Binet a illustré de preuves micrographiques l'existence d'une absorption de la graisse et surtout du beurre par la muqueuse intestinale chez des chiens dépancréatés. Nous retiendrons de cette expérience la facilité d'absorption du beurre qui, dans ces conditions, est digéré dans une proportion beaucoup plus importante que les autres graisses.

3° Conclusions

Quelles sont les conclusions pratiques que nous pouvons tirer de ces notions de physiologie ?

1° Importance de l'indice d'iode, qui correspond à la teneur du beurre en acide oléique, dont nous avons vu le rôle considérable dans la digestion des graisses.

2° Importance de l'indice de Reichert Messl, donnant la quantité d'acides gras volatils contenus dans le beurre à l'état d'éthers glycériques neutres (caproïque, caprique), représentant 6 à 7 % du poids du beurre. Ce sont ces acides qui caractérisent véritablement le beurre et le différencient de la plupart des autres corps gras naturels. Sa proportion dans la stéarine n'étant en effet que de 3 % à peine.

3° Importance également du degré de fusibilité du beurre et corrélativement du poids atomique moyen de ces acides gras ; puisqu'il semble établi que les graisses sont d'autant plus digestibles qu'elles ont un point de fusion plus bas, ou tout au moins se rappro-

chant davantage de la température du corps et que leur poids atomique moyen est plus bas.

Nous donnons ci-dessous les points de fusion et poids atomiques de quelques acides gras volatils que nous comparerons avec ceux de l'acide stéarique ; on connaît le peu de digestibilité de la stéarine.

	Point de fusion	Poids atomiques
Acide butyrique	7	88
Acide caproïque	8	100
Acide caprylique	17	116
Acide caprique	31	172
Acide stéarique	70	284

4° Importance de l'acidité en acide lactique du beurre dont nous avons vu le rôle favorisant.

5° Importance de la fermentation lactique qui rend les globules gras plus attaquables à l'action lipasique en dissolvant la membrane protéique qui les protège.

6° Importance des sels minéraux du beurre qui stabiliseront le pH au cours de la digestion.

Nous ne pouvons terminer ce chapitre de physiologie sans parler des beurres fondus, des beurres noirs ou beurres noisette. Si le beurre frais et le beurre fondu à une température n'excédant pas 60°, sont des graisses digestibles, il n'en est pas de même des beurres chauffés à une température plus élevée. Les glycérides, sous l'influence de la chaleur, se transforment en acroléine, substance irritante et particulièrement toxique pour le tube digestif.

Nous devons faire des réserves sur les conclusions auxquelles nous venons d'aboutir, car elles ne sont pas toutes absolues. C'est ainsi que l'indice d'iode qui indique le pourcentage en acide oléique, n'indiquera pas forcément le degré de la digestibilité du beurre. Nous avons dit que plus cet indice était élevé, plus la graisse était digestible, ce n'est pas toujours vrai ; Terroine fait remarquer que la graisse de porc, dont l'indice d'iode est notablement plus élevé que celui de la graisse de mouton, est néanmoins beaucoup plus difficilement attaquée que cette dernière par la lipase.

En conclusion, de nombreuses recherches restent encore à faire pour pouvoir apprécier la digestibilité d'un beurre en fonction de sa composition chimique.

Pouvoir énergétique du beurre

Pour finir cette étude, la valeur énergétique du beurre fait de cet aliment un combustible de premier ordre. On sait que les graisses, une fois passées dans le sang ou la lymphe, seront distribuées et mises en réserve dans tous les organes, dans tous les tissus. Lorsque l'organisme aura besoin d'énergie, il les brûlera à la chaleur des hydrates de carbone. On admet que les acides gras sont graduellement comburés par le processus de la bêta oxydation, pour donner en général, au terme de la combustion, de l'acide carbonique et de l'eau (Labbé). La combustion est donc complète ; la puissance énergétique du beurre est considérable, on admet en général que

100 grammes de beurre fournissent à l'organisme 770 grandes calories. C'est ce qui a fait dire à Yunichi Ozachi que le beurre avait la valeur nutritive la plus élevée parmi toutes les graisses naturelles.

Mais cet apport calorifique n'est pas le seul apport que nous fournit le beurre, c'est en outre un aliment protecteur par son apport en éléments vivants : les vitamines et les ferments.

LES VITAMINES

Le beurre, par son apport en vitamines A et D, constitue un aliment protecteur de haute valeur.

Nous ne nous étendrons pas sur l'importance et le rôle des vitamines dans l'alimentation. Tous les auteurs sont unanimes à les qualifier de principes indispensables au développement, à l'entretien et au fonctionnement des organismes vivants, et dont le défaut est cause des maladies dites par carence.

Ces principes doivent être fournis par l'alimentation, car l'animal ne peut en faire lui-même la synthèse.

Le beurre apportera surtout deux vitamines liposolubles : la vitamine A et la vitamine D, accessoirement la vitamine E.

LA VITAMINE A, ou vitamine liposoluble de croissance, ou vitamine anti-xérophthalmique. Son absence chez les jeunes animaux détermine un arrêt de croissance, une chute de poids, de la xérophthalmie, ou infection de la conjonctive, puis ulcération de la cornée aboutissant à la fonte purulente de l'œil. Cette vitamine existe dans le beurre, soit sous forme de vitamine A proprement dite, soit sous forme de carotène, ou provitamine A ; on sait en effet, depuis

des travaux récents, que le carotène représente la vitamine A dans le règne végétal et que, absorbé par l'organisme des hommes ou des animaux, il se transforme, probablement dans le foie, en vitamine A.

C'est pourquoi, lorsque nous traitons de la coloration du beurre, nous avons insisté sur l'intérêt que l'on avait à remplacer le rocou par le carotène, pour donner au beurre une coloration jaune pâle, puisque cette adjonction augmente encore au potentiel vitamine A.

D'une façon générale, les 7/10 de l'apport total en vitamine A de notre alimentation nous sont apportés par le beurre et le lait complet.

Les besoins moyens en vitamine A, quel que soit l'âge, ont été étudiés par des auteurs danois, à la suite d'accès d'avitaminose, notamment de poussées de xérophthalmie, qui ont eu lieu au Danemark à la suite d'une consommation excessive de lait écrémé. D'après Findlay, Patou, Maccollum, Lorenzi, les besoins moyens seraient de l'ordre de 750 unités par jour et par personne. Cet apport ne devant pas tomber au-dessous de 400 unités. Or 40 grammes de beurre, ration normale d'un individu, renferment environ 320 unités rat., 40 grammes de beurre fournissent presque la quantité suffisante en vitamine A, indispensable pour éviter les troubles par carence de cette vitamine.

Mais tous les beurres ne sont pas également riches en vitamines.

a) On a remarqué que les beurres d'hiver étaient

moins riches que les beurres d'été. Pour y remédier, de nombreux auteurs (Hilton, Hauge, Beeson, Fraps, Treichert-Wilbur) ont observé que cette teneur pouvait rester relativement fixe si l'on prenait soin, en hiver, de nourrir les vaches avec de l'alfa conservé en silo.

b) La fabrication et la conservation du beurre jouent un rôle considérable sur la teneur en vitamine. La vitamine A est en effet très sensible aux oxydations ; le fabricant devra, par suite, veiller à éliminer, au cours de la fabrication ou au cours de la conservation du beurre, les facteurs oxydants afin de ne pas détruire cette vitamine.

VITAMINE D. — La vitamine A n'est pas la seule vitamine que nous apporte le beurre. La vitamine D, autre vitamine liposoluble, s'y trouve également, surtout dans les beurres d'été. Certes, en quantité moins importante, mais non négligeable, des doses infinitésimales suffisant à activer nos fonctions cellulaires. On ne trouve dans le beurre que 5 % seulement de la quantité contenue dans l'huile de foie de morue.

La vitamine D est une vitamine antirachitique. Son absence dans un régime entraîne l'arrêt des processus ostéogéniques au niveau des cartilages ; il y a absence d'ostéoblastes et par suite défaut de cellules osseuses. On observe simultanément une hypophosphatémie, une hypo-calcémie. Le Pr. Marfan a montré que la carence en vitamine D ne suffisait pas à entraîner ces troubles, un autre facteur était indispensable, l'infection ou l'intoxication.

Comme caractéristique chimique de la vitamine D, notons sa sensibilité moindre que la vitamine A à l'action des oxydants, sa stabilité relative vis-à-vis des alcalis.

On n'a jamais réussi à isoler la vitamine D de l'huile de foie de morue, mais on a trouvé des corps ou stérols qui, après avoir été irradiés, présentaient les mêmes propriétés anti-rachitiques que l'huile de foie de morue. C'est ainsi que l'ergostérol (stérol non saturé) n'est pas actif par lui-même, mais est facilement activable par irradiation. On le considère comme similaire au carotène. Ce serait une provitamine, ou vitamine D¹, qui, sous l'influence des irradiations, se transformerait successivement en passant par les stades :

Ergostérol → Lumistérol → Tachystérol → Calciférol
Ce dernier corps serait le principe antirachitique de la vitamine D. Les auteurs allemands l'ont appelé vitamine D². Les levures de bière sont une source abondante d'ergostérol, aussi a-t-on préconisé d'enrichir la teneur en principe antirachitique du beurre en joignant à l'alimentation des vaches des levures de bière irradiées.

Le principe antirachitique du beurre de vache serait, de même que l'ergostérol, détruit progressivement en fixant lentement l'anhydride citraconique ou maléique (Kon et Booth), ce qui expliquerait la diminution du pouvoir antirachitique du beurre par le temps.

La liste des dérivés et isomères du calciférol est

longue, aussi ne l'énumérerons-nous pas. Ces stérols se trouvent dans la matière insaponifiable des graisses. Or nous savons que la teneur en matière insaponifiable du beurre est de 0,24 à 0,34 % et est formée presque essentiellement de cholestérine.

Des recherches restent encore à faire pour préciser quels sont les stérols actifs du beurre, comment on peut en augmenter la teneur. L'usage des stérols en thérapeutique semble prendre de jour en jour une place de plus en plus importante. Leur rôle d'agent protecteur s'avère très efficace. Leur action contre le rachitisme ne se borne pas à enrayer les troubles osseux, elle inhibe l'action infectieuse qui a engendré ces troubles. Cette action empêche l'évolution du processus infectieux qui, bien souvent, est de nature tuberculeuse. C'est ce qui nous permet de croire que peut-être un jour on pourra enrayer l'évolution de la tuberculose sous toutes ses formes par l'emploi de stérols. L'usage du beurre comme vecteur de stérols semble très indiqué. La coutume de donner du beurre au tuberculeux est employée dans de nombreux sanatoriums depuis déjà très longtemps.

En résumé, ces quelques données sur les vitamines du beurre montrent :

- 1° Que le beurre renferme des vitamines A et D.
- 2° Que ces vitamines peuvent s'oxyder ou être détruites au cours d'une mauvaise préparation ou conservation du beurre.
- 3° Que le beurre, par sa teneur en vitamines, peut être considéré comme un aliment protecteur de haute valeur.

Au cours de cette étude, nous avons, à dessein, omis de parler des VITAMINES B ET C. Ces vitamines ne se trouvent pas dans le beurre.

On sait, depuis les travaux de Kuhn, qu'il existe deux sortes de vitamine B.

1° LA VITAMINE B¹, antibériberique.

2° LA VITAMINE B², ou vitamine G, ou lactoflavine, ou facteur antipellagreu, se trouve en grande abondance dans le lait.

Des dosages opérés après l'écémage ont montré que la quantité de vitamines B² retrouvée dans le petit lait était sensiblement égale à celle trouvée dans le lait non écémé.

Il en est de même de l'acide ascorbique ou vitamine C, hydrosoluble antiscorbutique. Des dosages ont été faits dans le lait et ont montré que la teneur en vitamine C du lait était de 38 milligrammes par litre en été. Cette vitamine reste dans la matière non grasse du lait. On n'en retrouve pas dans le beurre. Pour expliquer la carence de ces vitamines dans le beurre, nous invoquerons leur caractère hydrosoluble, la faible teneur en eau du beurre, enfin la sensibilité de ces corps à la chaleur et aux oxydants. Cette dernière raison ne peut être invoquée pour la lactoflavine, dont on connaît la thermostabilité.

FERMENTS DU BEURRE

Les qualités d'un bon beurre dépendent de la flore microbienne qu'il renferme.

Dans ce chapitre, nous avons énuméré rapidement les principaux ferments du beurre, nous étudierons leur influence sur les qualités physiques et chimiques du beurre, nous essaierons ensuite de montrer leur action bienfaisante sur notre organisme.

1° Les ferments du beurre. Classification

Le beurre renferme de nombreux germes vivants ; Lafar trouve de 12 à 20 millions de germes par gramme de beurre ; Lorenz trouve 83.000 germes par gramme de beurre non salé et 9 millions dans le beurre salé ; Jansen trouve 420.000 germes. Quels germes peut-on trouver dans le beurre ? On peut y déceler une multitude de germes. Pour plus de commodité, nous distinguerons :

1° Les ferments lactiques vrais, producteurs d'acide lactique.

2° Les ferments producteurs de l'arome du beurre.

3° Les ferments qui altèrent le beurre. (Ceux-ci seront étudiés dans le chapitre « Les défauts du beurre »).

Nous adopterons la classification d'Orla Jensen la plus généralement admise.

Les ferments comprennent deux grands groupes :

Groupe I, ne produisant pas de catalase.

Groupe II, produisant de la catalase.

Groupe I, ne produisant pas de catalase. — Ce groupe se subdivise en deux sous-groupes :

Le sous-groupe I, comprend les ferments qui produisent essentiellement de l'acide lactique et très peu de sous-produits, il comprend lui-même :

- | | | |
|---|---|---|
| A | { | Les lactobacilles : véritables bacilles lactiques produisant et pouvant supporter de fortes doses d'acide lactique. Il comprend deux genres : |
| | | a) Genre thermobactérium : qui a une température optima de croissance élevée de 40 à 50°. |
| | | b) Genre streptobactérium : qui a une température de croissance moins élevée à 30°. |
| B | { | Les streptocoques lactiques qui forment moins d'acide lactique que les lactobacilles. Ils sont moins anaérobies que ces derniers. Parmi eux se trouvent : |
| | | a) Genre streptocoque lactique. |
| | | b) Les ferments des crèmes. |

Le sous-groupe II comprend des ferments qui produisent de l'acide lactique mais en outre des quantités importantes de gaz et de sous-produits.

Ce sous-groupe comprend deux genres :

- A) Genre Bétabactérium : donnant comme sous-produits : acide carbonique, hydrogène, alcool, acide acétique, acide succinique.
- B) Genre Bétacocci : au lieu de se présenter comme des battonnets, se présente comme des diplocoques. C'est la seule différence qu'ils ont avec les Bétabactérium, car ils forment les mêmes sous-produits qu'eux. Parmi eux se rangent les leuconostocs. Producteurs de l'arome du beurre pour de Vriez.

Groupe II, comprenant des bactéries productrices de catalase, capables de réduire les nitrates et de se développer en surface. — Il comprend le genre *microbactérium* et le genre *tétracoccus* (*Sarcines*) produisant des quantités appréciables d'acide acétique.

A côté des ferments lactiques Orla JENSEN distingue : les *pseudo-ferments lactiques*, n'ayant pas besoin d'azote organique pour leur nutrition et se contentant des composés ammoniacaux. Ils produisent du CO_2 et de l'hydrogène en quantité importante. Parmi eux on trouve : le *Bactérium aërogènes* et le *colibacille* qui présentent pour caractéristique essentielle leur sensibilité à l'acidité du milieu.

1° *Les bacilles lactiques vrais* appartiendraient au genre *streptococcus* (*stc. crémoris*, *stc. lactis*) ; Knudsen et Sörensen estiment que c'est le *stc. crémoris* qui prédomine dans les levains lactiques.

Si les ferments lactiques vrais ont été identifiés et classés, il ne semble pas qu'il en soit de même des ferments générateurs d'arome.

2° *Les ferments producteurs de l'arome du beurre.*

Pour Ritter, les *streptocoques thermophiles*, les *bétacocoques*, les *bétabactéries*, en association avec les *streptocoques lactiques*, seraient responsables de l'arome du beurre (*diacétyl*, *acétyl*, *éthylcarbinol*).

Knudsen et Sörensen, Storch, Boekland, de Vriez, Hammer ont donné le nom de *bétacoccus* aux bactéries productrices d'arome ; en outre, à la classification de Orla Jensen, ils ajoutent un nouveau genre, les bactéries « i », sortes de *streptocoques* générateurs eux aussi de *diacétyl*.

2° Action chimique des ferments lactiques

a) *Les ferments lactiques vrais* ont pour rôle de transformer le lactose en acide lactique. Des travaux récents ont montré que cette réaction d'apparence simple était en réalité complexe.

Il y aurait d'abord formation d'héxosphosphate, puis de méthylglyoxal, qui serait le premier terme de la transformation du lactose en acide lactique (Tapernoux).

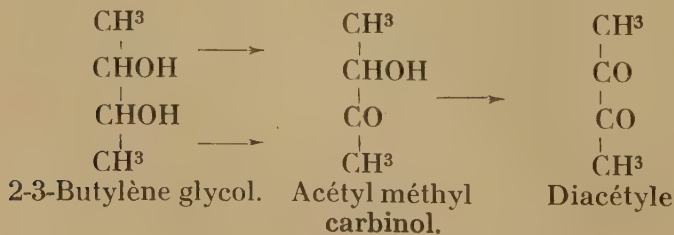


Le méthylglyoxal serait ensuite transformé en acide lactique par une oxydo-réduction intra-moléculaire provoquée par une glyoxalase selon la réaction :



b) *Les ferments producteurs d'arôme* peuvent eux aussi former de l'acide lactique et contribuer à l'acidification du milieu ; mais en outre, ils forment du diacétyle en passant par le stade méthylglyoxal - $CH^3 - CO - COH$.

MM. Lemoine et Monguillon ont montré récemment que la fermentation butylène glycolique était caractérisée par la formation de 2. 3. butylène glycol, d'acétylméthylcarbinol ; puis l'oxydation de l'acétylméthylcarbinol donnera le diacétyle. Nous leur empruntons le schéma ci-dessous :



En réalité la classification que nous avons adoptée de ferments producteurs d'arome et de ferments lactiques vrais ne correspond pas toujours à ce qui se passe dans la nature.

Certes, cette distinction correspond aux associations de ferments que l'on emploie pour les levains de culture, mais elle ne semble pas être vraie pour les ferments des meilleurs beurres fermiers.

Pendant de nombreuses années, M. Maze a fait l'analyse bactériologique des beurres d'Isigny, si réputés sur le marché de Paris ; M. Maze a toujours constaté que ces beurres ne renfermaient qu'un petit nombre de ferments lactiques et nul autre représentant des autres classes de ferments. La fermentation était produite par l'association d'une demi-douzaine d'espèces de ferments, dont deux ou trois étaient prédominantes.

La qualité du beurre était donc due à leur pureté bactériologique, à ce qu'il appelle une fermentation lactique pure.

Enfin, jamais M. Maze n'a décelé de diacétyle dans ces beurres, ce qui laisse penser que l'arome des beurres de fermentation lactique pure est dû à une cause encore inconnue.

Nous retiendrons la prédominance de deux ou trois espèces de ferments, prédominance qui crée un milieu empêchant le développement des germes nuisibles de par son pH et probablement aussi ses produits de fermentation.

Un autre fait, non moins remarquable, c'est que

les fermiers d'Isigny producteurs de ces beurres n'avaient autrefois aucune notion de bactériologie ; le mode de fabrication, les conditions de maturation de la crème étaient un héritage que l'on se transmettait de père en fils. Le fruit de cette longue expérience a abouti à un degré de perfection que la science industrielle n'a pas encore réussi à égaler avec la pasteurisation des crèmes et ses cultures de levain lactique.

M. Mazé est porté à croire que si les cultures de levains de ferments lactiques purs n'ont jamais réussi à fournir des beurres aussi aromatisés, c'est que les conditions dans lesquelles elles étaient faites, étaient défectueuses ; faute de connaître les conditions optima du développement (pH, température du milieu de culture, composition de ce milieu) des ferments lactiques vrais.

Après avoir étudié les principaux ferments lactiques et leurs actions chimiques, voyons les modifications physiques qu'ils apportent au beurre.

3° Modifications physiques du beurre dues aux fermentations

Les ferments lactiques vrais, en produisant de l'acide lactique, créent une acidité du milieu. Cette acidité joue un rôle considérable au cours de diverses phases de la fabrication du beurre.

En premier lieu, l'acide lactique précipitera une partie des matières albuminoïdes qui gênent la réunion des globules gras. Si, on a eu soin de laisser

aux ferments lactiques le temps de faire leur œuvre d'acidification avant de baratter (mûrissage) le barrattage sera plus facile, la perte en matière grasse très diminuée le rendement sera donc meilleur.

En second lieu l'acide lactique, en éliminant une partie de la caséine, matière putrescible, assurera une meilleure conservation du beurre.

En troisième lieu, l'acidification du beurre servira de barrière au développement des ferments de putréfaction thermophiles et des spores ayant résisté à la pasteurisation qui ne peuvent se développer qu'en milieu alcalin.

Enfin, on a dit également que cet acide saponifierait partiellement les glycérides, et mettrait ainsi en liberté des traces d'acides gras volatils qui contribuent eux aussi à donner de l'arome au beurre et à le rendre plus assimilable. Ceci nous amène à envisager l'acidité du beurre. On admet en général que l'acidité du beurre correspond à un pH d'environ 5 (Riedel), 6,75 pour Gilmour.

Frielinghaus donne les résultats de dosage sur les meilleurs beurres, le degré d'acidité a été trouvé égal à 1,8 en moyenne ; le degré d'acidité des graisses à 0,8, en centimètres cubes de soude au N/10 %.

La variation de rapport entre ces deux titres, appelée par l'auteur indice d'acidité relative, est normalement égale à 0,444.

En réalité, le beurre dans la baratte présente toujours une acidité supérieure à celle qu'il aura par la suite ; car une grande partie de l'acide lactique pro-

duit sera éliminée avec les eaux de lavage et au cours du malaxage qui diminue encore la teneur en eau du beurre et par suite en acide lactique puisqu'il s'y trouve dissous.

En résumé, nous retiendrons de cet exposé sur les ferments lactiques l'importance qu'ils jouent tant en acidifiant le milieu qu'en produisant l'arome.

4° Action des ferments lactiques et des produits de fermentation sur notre organisme

Si nous envisageons l'aspect physiologique de la question un problème se pose : quelle peut-être l'utilité de ces ferments et de leurs produits d'oxydation sur notre organisme ?

Nous ne prétendons pas prouver que les ferments lactiques propres du beurre (stc. cremoris, lactis), nous sont particulièrement utiles, nous ne ferons que rappeler que les ferments lactiques, en général, ont été de tout temps employés dans l'alimentation. Nous chercherons ensuite la cause de cet usage dans la physiologie de la digestion.

Homère, qui semblait ignorer le¹ beurre, décrit dans l'antre de Polyphème des clayons chargés de fromages, des jarres pleines de petit lait, des seaux, des pots, et tout l'attirail d'une laiterie.

Dans le menu d'un repas décrit dans le souper de Philoxène, et qu'Athénée nous a conservé, nous y voyons servi pour dessert, du miel jaune, du lait caillé, des tourtes au fromage.

Virgile parle du lait caillé comme d'un mets de berger.

Ces quelques exemples nous montrent que les produits laitiers semblaient être appréciés des Grecs et des Romains.

Si nous jetons un regard sur les peuples d'Europe Orientale et d'Asie, nous voyons que :

— Le képhyr fut une boisson préparée depuis la plus haute antiquité par les peuplades du Caucase.

— Le koumys, préparé avec du lait de jument par certaines peuplades de l'Asie.

— Le sostej, assez semblable à l'oxygala des Romains, était préparé aux environs de Brazov avec du lait de brebis.

— Le busa, subissant une fermentation alcoolique et lactique, est la boisson nationale des Tartares de la Crimée.

— Le yaourt constitue l'aliment de base des peuplades bulgares du plateau de Trébizonde.

— Le dadhi est un lait fermenté, consommé aux Indes.

— Enfin le leben, dont nous avons déjà parlé, et qui jouit d'une grande faveur parmi les peuplades Nord-Africaines.

Si tant de peuples ont utilisé les laits fermentés c'est qu'ils en ont reconnu l'utilité.

Metchnikoff, sachant que certaines peuplades de l'Asie-Mineure se nourrissaient de lait aigri et vivaient très longtemps, fut conduit à prescrire du lait caillé et à élaborer sa théorie sur la vieillesse. Pour

lui, la vieillesse était le résultat d'une absorption lente mais continue des poisons intestinaux, entraînant à la longue une polysclérose généralisée qui était le propre de cet état. Sans vouloir le suivre dans cette pathogénie, il est établi à l'heure actuelle que le rôle des fermentations intestinales est très important.

La physiologie nous apprend que ces fermentations sont de deux sortes :

a) Les fermentations acides, ou fermentations proprement dites ;

b) Les fermentations putrides, ou putréfaction.

Les fermentations acides se font aux dépens des hydrates de carbone donnant d'abord du glucose, puis des acides de fermentation (lactique, butyrique, acétique, succinique, carbonique), des alcools (éthylque, butylène glycol) et des produits gazeux (CO^2 , H^2 , CH^4).

La putréfaction, au contraire, s'attaquera aux corps dérivés des protéines (albumoses et peptones) pour donner de l'ammoniac, du gaz carbonique, de l'hydrogène, des phénols, des acides oxyaromatiques, des ptomaïne, de l'acide sulfhydrique. Nous n'insisterons pas sur la toxicité de ces derniers corps.

Le siège de ces fermentations est dans l'organisme, le gros intestin, où pullule une flore microbienne aussi variée que nombreuse.

Ce qu'il est intéressant de constater, ce sont les conditions de ces fermentations. On a observé que la décomposition des sucres libère des acides qui

s'accumulent dans l'intestin. Lorsque cette acidité atteint une concentration suffisante, elle paralyse la fermentation putride. Les agents de la putréfaction ne pouvant se développer qu'en milieu alcalin. Nous retrouverons donc ici un phénomène similaire à celui de la fermentation du beurre, où les fermentations semblent être dominées par la prédominance d'une symbiose de quelques espèces, empêchant le développement des autres espèces.

De ces constatations, est né l'emploi des ferments lactiques en thérapeutique, dans le but de lutter contre l'alcalinisation du milieu intestinal. Cette lutte se fera d'une part par l'acide lactique, mais d'autre part, et surtout, par l'action diastasique des ferments lactiques que nous apporte le beurre. Les ferments lactiques vrais peuvent en effet traverser tout le tube digestif, sans être altérés par l'action des sucs digestifs.

Nous venons de voir l'action bienfaisante des ferments sur le tube digestif, voyons l'action de ces ferments dans la digestion.

Nous rappellerons leur action partiellement saponifiante qui, libérant des traces d'acides gras volatils, contribuerait à faire du beurre la graisse la plus assimilable.

Nous rappellerons également l'action dissolvante de l'acide lactique sur la membrane haptogène des globules gras, les rendant ainsi aisément saponifiables.

Enfin le pH acide du beurre favorise la digestion

des protéines, car il permet à la pepsine d'agir même en l'absence d'acide chlorhydrique.

Nous pouvons conclure de cet exposé sur la flore microbienne du beurre, que celle-ci joue un rôle considérable sur sa qualité, puisque c'est elle qui lui donne son arôme, c'est elle qui en fait la graisse la plus digestible, et un aliment sain. Nous allons voir en étudiant les défauts du beurre, que les plus graves défauts lui sont le plus souvent imputables.

LES DÉFAUTS DU BEURRE

Nous ne prétendons pas dans ce chapitre indiquer tous les défauts du beurre ce serait un travail qui demanderait à lui seul une longue étude. Aussi nous bornerons-nous à indiquer les principaux défauts, auxquels nous n'avons pas encore fait allusion, et insisterons en particulier sur les défauts de conservation.

LA COULEUR.

Nous avons déjà signalé, en énumérant les principales qualités du beurre, que la couleur avait son importance. Il est des beurres pâles, pauvres en vitamines, mais nous avons dit aussi le peu de valeur de ce test depuis l'emploi des colorants artificiels.

Le beurre peut avoir un aspect huileux. Cet aspect se rencontre dans les beurres qui ne sont pas frais. De nombreuses recherches (Ritter, Grimmer, Haglund, Wode, le D^r Mohr et le D^r Eichstadt) ont montré que cet aspect était dû à une oxydation de la matière grasse. Parmi les facteurs de cette oxydation, la lumière joue un rôle important. Ritter explique le phénomène de la manière suivante : Il y a fixation de l'oxygène de la matière grasse aux liaisons non

saturées avec formation d'aldéhydes de rang élevé (aldéhydes heptyliques et nolyliques) de peroxyde et d'aldéhyde épihydrilique.

La méthode la plus exacte pour déceler cette oxydation consisterait à rechercher l'aldéhyde épihydrilique qui colore en rouge une solution de chloroglucine.

Un autre facteur important d'oxydation est la présence de métaux dans le beurre. Le cuivre et le fer joueraient à cet égard un rôle de catalyseur. D'où la nécessité de conserver le beurre à l'abri de l'air et de la lumière et d'éviter le contact des métaux.

Un troisième facteur intervient pour donner au beurre un aspect huileux, c'est l'acidification de la crème. L'expérience a montré que pendant le mûrissage, la concentration en ions hydrogène exprimée par le pH ne devait jamais s'abaisser au-dessous de 4,6. Le beurre aura d'autant plus de chance d'être huileux que l'acidification de la crème aura été trop forte et que son pH sera descendu au-dessous de 4,6.

GOUT ET ODEUR DU BEURRE.

Nous avons vu en traitant les qualités du beurre, que le goût de noisette était particulièrement apprécié. A côté de cette odeur agréable, nombreuses sont les odeurs qui peuvent altérer son goût.

Éliminons d'abord les goûts d'huile, de pétrole, de crésyle, de substances pharmaceutiques, qui peuvent imprégner certains beurres, si on les laisse au

voisinage de l'une de ces substances. Ces faits sont bien connus dans les laiteries.

D'autres mauvais goûts reconnaissent pour origine l'alimentation des vaches : liliacées et autres plantes à odeur forte seront à l'origine de goûts âcres et nauséabonds, il suffit pour les prévenir de choisir les pâturages et d'éliminer ces plantes de l'alimentation des vaches (Jean Pien).

Lorsque nous avons traité de la couleur du beurre, nous avons décrit l'aspect huileux du beurre oxydé. Cette altération donne également un goût huileux. Nous ne reviendrons pas sur les facteurs qui l'engendrent.

Nous insisterons, par contre, sur cette odeur de poisson qui déprécie tellement un beurre. A la suite des importants travaux de Sommer, Smith, de Roger, on reconnaît pour cause de cette odeur la présence de triméthylamine provenant de l'oxydation ou de la décomposition de la lécithine. Les facteurs qui entrent en jeu pour faciliter cette décomposition sont au nombre de quatre :

- 1° L'acidité de la crème introduite dans la baratte.
- 2° La teneur en sel élevée du beurre.
- 3° Un travail trop prolongé du beurre.
- 4° La présence d'un sel de fer ou de cuivre dans le beurre (plus de 0,5 milligrammes par kg. pour le fer).

Les ferments jouent un rôle non moins important, et si nous leur sommes redevables du goût de noisettes, nous devons les rendre responsables de donner dans certains cas un mauvais goût au beurre.

Les travaux de Batier, de Hammer, ont montré que certaines variétés de streptocoques lactis, en association avec des stc. citrovorrus, donnent au beurre une saveur métallique.

Leitch, Renwick, Orla Jensen, Hammer et Cordes ont démontré de façon péremptoire que les goûts de brûlé, de malt, de caramel, d'amertume même, ne sont le plus souvent que des degrés différents d'un seul et même phénomène, et peuvent être généralement rapportés à la présence dans le beurre ou la crème de certaines variétés de streptococcus lactis et qu'un séjour de 10 minutes à 62 ou 63° les détruit.

En conclusion de ces constatations, nous pouvons admettre que les mauvaises odeurs du beurre peuvent être évitées, si la fabrication du beurre est faite avec propreté, si la conservation se fait à l'abri des mauvaises odeurs, si l'on veille à l'alimentation des vaches laitières, si, au cours du mûrissage, le pH de la crème ne tombe pas au-dessous de 4,6, si le beurre ne renferme que des ferments lactiques, à l'exclusion d'autres ferments à réactions souvent imprévisibles.

DÉFAUTS DE CONSERVATION.

Nous avons déjà vu la facilité avec laquelle le beurre s'oxyde. Le beurre étant une denrée très altérable qui, à la longue, a tendance à devenir rance. Lindet reconnaissait à la rancidité deux causes :

1° Un phénomène chimique qui aboutissait à son oxydation partielle et lui donnait un goût huileux.

2° Un phénomène microbiologique qui déterminerait une saponification partielle de la matière grasse, avec mise en liberté d'acides gras (butyrique, oléique, stéarique).

En réalité, la rancidité est due à la formation d'acide butyrique dans toute la masse du beurre. M. Maze insiste sur l'origine qui est non pas le résultat d'une saponification des lipides à acides volatils, mais d'une fermentation butyrique. Le développement de cette fermentation putride peut se faire à la faveur d'une carence en lactose du milieu, ce qui empêche la formation d'acide lactique.

Voyons les précautions à prendre pour assurer au beurre une bonne conservation. Plusieurs précautions sont nécessaires.

— Eviter toute contamination par les germes nuisibles au cours de la fabrication.

— La maturation de crème pasteurisée et ensemencée par des cultures pures de levains lactiques, semble nécessaire. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point.

— Eviter le développement des germes nuisibles en réduisant les matières fermentescibles du beurre et en laissant le moins d'eau possible dans la masse du beurre. La loi qui autorise 16 % d'eau indique un maximum, M. Maze conseille de ne pas en laisser plus de 10 %.

— Le risque de développement des germes nuisibles sera diminué si l'acidité en acide lactique du beurre est suffisante. Le pH optimum serait pour Gilmour de 6,75.

— Le salage des beurres est responsable lui aussi de nombreuses contaminations, aussi emploie-t-on maintenant les saumures qui peuvent être stérilisées.

— De nombreux travaux ont été faits récemment pour améliorer l'emballage des beurres. Il en résulte que cet emballage est souvent la cause de contamination. Le papier sulfurisé malgré les reproches qu'on lui a fait, semble rester en faveur. Les feuilles d'aluminium ayant pour défaut leur prix de revient.

— Ces beurres empaquetés devront être conservés à l'abri de la lumière à une température d'au moins -5° C. et dans ces conditions pourront se conserver parfaitement pendant plusieurs mois.

FABRICATION DU BEURRE

Nous nous proposons dans cette seconde partie de notre étude d'envisager successivement les différentes méthodes de fabrication du beurre les plus couramment employées à l'heure actuelle. Nous en indiquerons au fur et à mesure les avantages et les inconvénients.

FABRICATION DU BEURRE DANS LES CAMPAGNES

L'écrémage spontané est actuellement remplacé dans presque toutes les fermes de France par l'écrémage centrifuge.

Le principe de l'écrémeuse centrifuge consiste dans la séparation, par la force centrifuge, de liquides de densités différentes : globules gras ou crème et lait écrémé.

Le plus souvent dans les campagnes on écrème le lait aussitôt après la traite, alors qu'il a encore une température voisine de 30 à 35°. Ceci a pour effet de diminuer la viscosité et de faciliter la séparation des globules gras. On pourra régler à volonté le nombre de tours et le débit de l'écrémeuse afin d'obtenir une crème plus ou moins épaisse.

Le pourcentage de crème se règle à l'aide d'une ou deux vis qui agissent suivant les modèles, soit sur la sortie de la crème, soit sur la sortie du lait écrémé.

Ce pourcentage en crème a une grande importance dans la maturation ; pour le déterminer on établit le rapport :

$$\frac{\text{poids de crème}}{\text{poids de crème} + \text{poids de lait écrémé}} \times 100.$$

La crème ainsi recueillie est mise à maturer.

Bien souvent, dans les campagnes, on ne fait le beurre qu'une ou deux fois par semaine; on écrème tous les jours, et la crème recueillie est versée dans une grande jarre en grès appelée beurrière. En hiver la beurrière est placée dans une pièce où la température est de 15 à 18°. En été, au contraire, la beurrière est mise dans une cave afin de retarder l'acidification qui est toujours plus rapide et plus poussée en cette saison.

Pour retarder l'acidification on peut employer des crèmes plus concentrées, c'est ainsi qu'en été on emploie des crèmes épaisses dont le pourcentage est de 8,5 %, tandis qu'en hiver, au contraire, on activera la fermentation en écrémant jusqu'à 12 ou 13 %.

Le barattage devra se faire à une température donnée, voisine de 14° en été et 17° en hiver; sa durée est de 30 à 40 minutes. En réalité, la durée varie avec la qualité de la crème, et l'opérateur devra suivre la transformation de la crème en beurre et

babeurre au moyen d'une vitre donnant dans l'intérieur de la baratte. Lorsque la vitre commence à s'éclaircir on ajoute de l'eau fraîche, afin de retarder la transformation en beurre, on continue à tourner jusqu'à ce que le grain de beurre apparaisse à travers la vitre de la grosseur d'un grain de blé. A ce moment, alors, on évacuera le babeurre en amenant la bonde à la partie inférieure de la baratte.

Ensuite, on procède au délaitage en lavant le beurre dans la baratte, opération qui a pour but de débarrasser le beurre de l'excès des matières fermentescibles : lactose, caséine. On renouvelle les lavages, jusqu'à ce que l'eau sorte claire.

Le beurre ainsi obtenu sera ensuite malaxé, sorte de pétrissement, qui aura pour but d'expurger le beurre de son excès d'eau, et par suite de le débarrasser de la caséine et du lactose qui y sont dissous.

Telles sont les diverses opérations auxquelles on procède pour la fabrication du beurre dans les campagnes. Etudions maintenant les avantages et les inconvénients du produit obtenu.

Avantages et inconvénients des beurres de maturation spontanée

Ces beurres, en général, sont agréables au goût, ils ont cet arôme qui en augmente la valeur commerciale ; ce sont des beurres vivants, dont les ferments et les vitamines, n'ont pas été altérés au cours de la fabrication. Ces produits présentent cependant de nombreux inconvénients; l'un des plus importants

peut-être pour le consommateur est l'inconstance de la qualité du produit. Variabilité du parfum, de la texture.

Pour l'hygiéniste, les inconvénients sont multiples: Ces beurres, faits de lait non pasteurisé, peuvent être cause de contaminations (coli, b. de Koch, b. typhique ou paratyphique).

Le bactériologiste y décèlera, en outre, l'existence de nombreux germes qui nuiront à la qualité du beurre si ce beurre n'a pas une acidité suffisante. Les germes de putréfaction, ou d'autres espèces domineront les ferments lactiques et rendront le beurre alcalin ou trop acide ; d'où, développement de mauvais goût, facilité d'oxydation et de rancissement, développement de moisissures.

Ces risques seront d'autant plus importants que le soin et la propreté apportés à la fabrication auront été moindres. Reprenons les opérations les unes après les autres, et nous verrons combien est facile cette contamination, surtout dans les milieux ruraux.

Au cours du mûrissage prolongé, tel que nous l'avons décrit, le développement des germes de la putréfaction peut dominer celui des ferments lactiques vrais.

Au cours du barattage, le lavage avec de l'eau contaminée est une cause fréquente d'infection et a fait l'objet de nombreux travaux.

Le défaut de nettoyage des ustensiles laitiers, des chambres de maturation, des tables de malaxage, d'emballage, sont autant de causes d'infection.

C'est probablement dans ce manque d'hygiène que nous devons chercher la cause de la facilité qu'ont ces beurres à rancir.

En résumé, nous voyons combien la fabrication du beurre nécessite de soins qu'il est souvent difficile d'exiger et d'obtenir dans les milieux ruraux. Nous ne voulons pas dire que tous les beurres fermiers soient de mauvaise qualité. La renommée de nos beurres d'Isigny, de Carentan, des Charentes, serait là pour nous contredire. Nous voulons seulement insister sur l'importance qu'il y a, à surveiller l'hygiène dans la fabrication de nos beurres fermiers.

L'INDUSTRIE DU BEURRE

Nous venons de voir le mode de fabrication du beurre dans les campagnes et les aléas auxquels sont sujettes les qualités de ces beurres.

L'industrie s'étant emparée de la fabrication beurrière tenta d'obtenir un produit agréable au goût et de qualité invariable. On peut dire schématiquement qu'elle a donné naissance à deux produits :

1° le beurre doux ;

2° le beurre de crème artificiellement fermentée au moyen de levains lactiques.

On appelle beurre doux le beurre dont la crème n'a subi aucun mûrissage avant le barattage. Étudions donc rapidement le mode de fabrication de ce beurre, ses avantages, ses inconvénients.

1° Beurre doux

L'inconstance dans la qualité des produits fermiers a amené les fabricants à en chercher la cause. Dans la grande majorité des cas, cette cause fut reconnue d'origine bactériologique. D'autre part, la notion de contamination par le lait s'étant développée, on fut amené à le purifier, à le débarrasser de ses germes avant l'écémage, au moyen de la pasteurisation.

Il existe deux procédés de pasteurisation : la pasteurisation haute, la pasteurisation basse. On sait en effet, que plus la température de pasteurisation est élevée, moins il est besoin de chauffer le lait longtemps pour obtenir le même résultat.

La pasteurisation haute à 75 ou 85° sera donc une méthode rapide, une minute environ.

La pasteurisation basse sera une méthode lente : 63, 65° pendant une demi-heure, de toute façon, le lait ainsi pasteurisé devra, au sortir de l'appareil, être refroidi aussitôt, cette chute thermique augmentant encore l'action destructive des germes amorcée par l'élévation thermique.

Plusieurs conditions sont indispensables pour qu'une pasteurisation soit efficace; il faut que la chaleur soit répartie uniformément dans toute la masse du lait, il faut, d'autre part, tenir compte de l'acidité du lait; dans un lait acide la caséine, même en faible quantité, précipitera et, enrobant les microbes, les protégera contre l'action de la chaleur.

Pour réaliser ces conditions, on a préconisé ces

derniers temps, un procédé de pasteurisation du lait, en couche mince : c'est la stassanisation 15 secondes à 75°.

Voyons maintenant l'action de la pasteurisation sur le lait, action sur la matière organique du lait, action sur les éléments vivants.

a) ACTION SUR LA MATIÈRE ORGANIQUE :

La caséine ne semble pas être modifiée; elle précipite seulement quand le lait est chauffé une demi-heure à 130°. Nous avons vu cependant que si l'acidité du lait était forte, on pouvait craindre une légère précipitation : d'où la coutume de pasteuriser le lait aussitôt après la traite.

L'action de la pasteurisation semble nulle sur le lactose ; en effet, le lactose en solution dans de l'eau n'est pas modifié aux températures relativement élevées de 130 ou 140°.

b) ACTION SUR LES ÉLÉMENTS VIVANTS :

Les auteurs sont d'accord à l'heure actuelle pour admettre que les vitamines supportent les températures même hautes de la pasteurisation, sans perdre de leur activité ; c'est ainsi que Scheunert et Wagner constataient qu'après un long chauffage à 160 ou 200°, la vitamine A est loin d'être complètement détruite, seule son activité est plus ou moins réduite. Porcher, en 1933, observait que les vitamines A B D du lait résistaient à 100° et qu'elles étaient

surtout sensibles à l'oxydation. Mme Randouin a montré également que le facteur D n'est pratiquement pas détruit par un chauffage de 4 heures à l'autoclave. Les travaux de Mac Collum, Goldblatt, Zilva, Woker, Willimot, Peacock, Drummond, Hilditch, concordent tous sur ce point que la chaleur à l'abri de l'air ne diminue en rien la teneur en vitamines A et D des produits laitiers.

En conclusion, une pasteurisation bien faite, à l'abri de l'air ou mieux une stassanisation, conserve au lait ou à la crème son pouvoir antirachitique ou antixérophtalmique.

Il a été prouvé également que les germes pathogènes pour l'homme étaient détruits par ce procédé de pasteurisation.

Mais, surtout, voyons l'action de la chaleur sur les germes de fermentation et de putréfaction.

On admet que la pasteurisation détruit tous les germes de fermentation, sauf les germes à spores, et les germes thermophiles. Ces bactéries appartiennent au groupe B. subtilis et à celui des ferments butyriques. Les germes ou leurs spores ne pourront se développer, comme nous l'avons démontré, que dans un milieu propre, c'est-à-dire où il n'y a pas fermentation lactique. L'acidité rendant le milieu peu propice pour leur développement. On peut en conclure que la pasteurisation ayant détruit les germes, l'acidité empêchant le développement de leurs spores, seuls les ferments lactiques vrais pourront se développer.

Ces laits pasteurisés seront, aussitôt après le refroidissement, écrémés, puis refroidis de nouveau, puis enfin barattés, sans qu'aucun mûrissage de la crème n'ait eu lieu. Le beurre qui en résulte est appelé beurre doux.

Notons que, dans certains pays, on préfère pasteuriser la crème avant le barattage, ou même repasteuriser la crème après l'écémage.

Qualités et défauts des beurres doux

Ce mode de fabrication est encore en usage pour les beurres d'exportation de Suède, de Nouvelle-Zélande, d'Australie. La plupart des autres pays ont, par contre, abandonné cette technique de fabrication. Certes, ces beurres présentent l'avantage bactériologique d'être purs, d'être fabriqués dans les conditions hygiéniques les meilleures. Pour l'industriel, ils présentent l'avantage d'avoir une qualité uniforme, standardisée pour ainsi dire, mais ils présentent de graves défauts.

En premier lieu ce sont des beurres qui, n'ayant pas subi de fermentation lactique, sont sans arôme, sans parfum, dénués de ce bouquet qui fait du beurre un aliment de gourmet. Lindet, en 1907, était heureux de constater qu'en France, ces beurres doux étaient remplacés par des beurres de crèmes fermentées. C'est l'absence de cet arôme qui fait que ces beurres ont une valeur commerciale moindre, sur le plus grand marché beurrier du monde: Londres. M. Rosell nous donne des précisions sur ce point et

nous indique le surplus des prix atteints par les beurres danois, sur les beurres doux australiens, ou néerlandais.

1929.....	12,6 sh. par CWT (50 kgs)		
1930.....	21,7	—	—
1931.....	19,6	—	—
1932.....	19,6	—	—
1933.....	23,0	—	—

Nous voyons donc qu'au point de vue commercial pur, les beurres doux sont beaucoup moins appréciés, si nous en jugeons d'après ces chiffres, mais de nombreux autres points méritent d'attirer notre attention.

Cet arôme que nous leur reprochons de ne pas avoir, nous avons vu son importance au point de vue physiologique, puisqu'il stimule nos sécrétions pancréatiques par simple phénomène psychique. D'autre part, cet arôme se traduit chimiquement par des acides volatils; et nous pouvons supposer que son absence dans le beurre doux le rendra moins digestible. Notons que, bien souvent, ces beurres de crème douce étaient en outre neutralisés lorsque l'acidité dépassait un certain taux. Aussi avait-on coutume d'ajouter des alcalins, lait de chaux en particulier, ce qui avait pour effet de détruire les enzymes et la plus grande partie des vitamines, dont nous avons vu plus haut la sensibilité vis-à-vis des substances basiques.

Si, dans certains cas, l'acidité excessive nécessitait

une neutralisation, le plus souvent le beurre, loin d'être trop acide, était trop alcalin. Ces beurres n'ayant pas subi de fermentation lactique, avaient une teneur en acide lactique minime ou nulle; un pH élevé aux environs de 7-7,4. Nous n'insisterons pas sur cet inconvénient, sur ce défaut en acide lactique.

Acide lactique, dont nous avons vu les heureux effets dans la physiologie de la digestion, et dont nous avons vu le rôle dans la conservation du beurre. Il empêche le développement des germes du rancissement et d'altération.

On a essayé de remédier à ce défaut de conservation en ajoutant au beurre des acides organiques (citrique, borique), mais ce n'est là qu'un pis-aller, qu'une législation est venue interdire. Certes, on a réussi à enrayer toutes ces fermentations secondaires en ajoutant des antiseptiques, mais tous ces perfectionnements ont abouti à un résultat : tuer tous les germes pathogènes, au même titre que les germes utiles, oxyder les vitamines, et ainsi détruire tout leur pouvoir actif. L'aliment obtenu était donc un beurre mort, ne possédant plus aucun pouvoir protecteur, ni aucune vitalité.

Le mérite des Danois est d'avoir su reconnaître les défauts de ces beurres industriels et d'avoir les premiers apporté à l'industrie beurrière les levains lactiques pour le mûrissage de la crème; ce sont eux qui ont fait les premières recherches, ce sont eux qui les ont dirigées par la suite ; ce sont leurs pro-

duits qui sont les produits les plus appréciés sur le marché de Londres. Aussi, nous inspirons-nous de leurs méthodes pour parler des beurres de crème fermentée artificiellement.

2° Beurre de crème fermentée artificiellement

Dans cette étude, nous ne prétendons pas décrire toute la technique de fabrication de ces beurres, mais souligner les points essentiels de celle-ci.

Nous nous inspirerons, dans ce but, des données que nous a apportées M. Rosell (*Lait*, janv. 1936).

Cet auteur insiste sur la nécessité de n'employer que des crèmes de première qualité, c'est là une condition essentielle pour obtenir un bon beurre.

La pasteurisation du lait, et l'écémage, ne présentent aucune particularité ; la crème ainsi obtenue sera pasteurisée de nouveau sur un pasteurisateur à plaques en couches minces, selon la méthode de stassanisation.

PASTEURISATION DE LA CRÈME.

Mais l'on peut se demander s'il est vraiment bien utile de repasteuriser la crème avant de la faire maturer ? On ne peut répondre de façon absolue à cette question. Il est évident que si, comme il est de coutume au Danemark, la crème est amenée par chaque fermier à la beurrerie centrale, et que l'on mélange ces crèmes, même après en avoir dosé soigneusement l'acidité et établi de cette manière des

sélections, il est évident que, dans ces conditions, la repasteurisation s'impose presque pour obtenir la pureté nécessaire. Si, au contraire, le lait est traité à la ferme, la crème écrémée et recueillie avec soin dans la beurrerie, une repasteurisation ne semble pas indispensable : la contamination ayant été réduite à son minimum.

Le problème de l'efficacité de la repasteurisation se pose également. Y a-t-il destruction de tous les germes ? Pour répondre à cette question, nous emprunterons à M. Hunziker le tableau ci-dessous, et en comparant les résultats, nous voyons que l'efficacité de destruction des germes est considérable, puisqu'un chauffage d'environ 63° C. pendant vingt minutes, ou chauffage continu à 75° C, l'efficacité de destruction microbienne est de 99 %.

*Efficacité de la pasteurisation sur la destruction
Pasteurisation à 145° F. en 20 minutes*

Acidité de la crème	Nombre de bactéries par cc. de crème brute	Nombre de bactéries dans la crème pasteurisée	% de l'efficacité
42	820.000.000	526.000	99,93
35	440.000.000	438.000	99,90
66	390.500.000	21.600	99,98
48	490.000.000	146.500	99,97
34	530.000.000	325.000	99,94
60	600.000.000	77.000	99,98
47	328.000.000	30.050	99,99
46	111.000.000	151.000	99,86

LAVAGE DE LA CRÈME.

S'il y a nécessité de repasteuriser les crèmes collectées de toute part, il y aura souvent lieu éga-

lement de diminuer leur acidité ; le docteur Riedel, de Wangen en Allemagne, a conçu une méthode de lavage de la crème qui a pour effet de supprimer l'emploi des neutralisants, dont nous avons vu les inconvénients, d'améliorer la qualité de la crème en ôtant les goûts anormaux que nous retrouverions dans le beurre et qui sont si fréquents dans ces crèmes de mélange ; enfin, de diminuer son taux d'acidité primitive d'au moins 50 % ; c'est ainsi que des crèmes, dont l'acidité était à 0,20-0,23, ont été ramenées à un taux d'acidité de 0,07-0,09 (Rosell) titrée en acide lactique.

On voit les progrès qu'a réalisés l'industrie beurrière dans l'utilisation de ces deux nouvelles méthodes puisque des crèmes où pullulait une flore microbienne abondante, et dont l'acidité était trop forte, peuvent désormais être débarrassées de tous leurs germes et être ramenées à un taux d'acidité optima.

MATURATION DE LA CRÈME.

L'un des progrès le plus important de l'industrie beurrière, et sur lequel on peut fonder les plus grands espoirs, est l'utilisation des levains lactiques sélectionnés pour la maturation des crèmes. Ce procédé fut utilisé pour la première fois par Storch, en 1890, à Copenhague.

L'étude de la préparation de ces levains qui serviront à ensemercer la crème, demanderait à être trop approfondie pour pouvoir être complète. Aussi, nous bornerons-nous à en indiquer les principes.

Le milieu de culture employé a été successivement le sérum de lait, le bouillon artificiel lactosé, peptonisé; actuellement, l'emploi de lait entier stérilisé semble s'avérer être le meilleur bouillon de culture. L'ensemencement de ce milieu se fera à partir d'un beurre dont l'arome est particulièrement développé. On en isolera les ferments lactiques et les meilleures variétés serviront à ensemer la crème pasteurisée et refroidie à la température de mûrissage, celle-ci sera maintenue à 15 ou 16° en toute saison.

La préparation de ces levains est, en fait, le moment le plus important de la préparation du beurre, puisqu'une mauvaise association microbienne donnera au beurre un mauvais arôme.

En France, pendant longtemps, la préparation de ces levains a été cause de nombreux déboires. Aussi dans beaucoup de régions, est-on revenu à la maturation spontanée de la crème. Les Danois, par contre, sont parvenus, grâce à une sélection judicieuse de ferments, à stabiliser la qualité de leurs beurres et à exporter des produits réputés dans le monde entier par leur arôme.

La qualité de ces beurres ne dépend pas exclusivement de la qualité du levain. Les ferments sont des micro-organismes très délicats qui exigent un milieu optima pour leur développement. Aussi, envisagerons-nous la composition, l'acidité et la température de ce milieu.

a) *Composition du milieu*

Des recherches récentes ont montré que les ferments lactiques avaient besoin pour se développer de deux sortes d'éléments. Les éléments chimiques, minéraux et organiques et des éléments vivants.

a) Les éléments chimiques. Les ferments ont besoin de lactose pour former de l'acide lactique. Mais d'autres corps sont nécessaires, notamment des phosphates pour former des hexosphosphates, premier terme de la transformation du lactose en acide lactique. Knudsen et Sörensen ont montré récemment la nécessité de la caséine, des citrates, des carbonates. Quel est le rôle de ces corps ? Ces auteurs admettent qu'ils joueraient un rôle de substances tampons. En effet, s'il n'y avait au cours de la fermentation que formation d'acide lactique, le milieu deviendrait trop acide et empêcherait le développement des ferments. La maturation serait trop brutale et nuirait à la qualité du beurre (texture, arôme) d'où la nécessité de ces substances tampons pour stabiliser le pH et le maintenir à un taux optimal.

Knudsen et Sörensen trouvent la vérification de cette hypothèse dans le fait que certaines laiteries ne parviennent pas à obtenir de bons levains. Le lait employé ayant une trop faible teneur en caséine et en phosphates. D'où l'acidité de ces levains par défaut de substances tampons.

De ces faits, nous concluons que la crème à maturer devra renfermer une certaine quantité de lactose, de caséine, de phosphates, et autres substances

organiques, et pour ce, ne devra pas avoir un taux en matière grasse trop élevé. M. Rosell conseille d'employer des crèmes renfermant au maximum de 15 à 27 % de matières grasses.

Pour ramener la crème à un taux convenable, après le lavage qui l'a encore concentrée, on lui ajoutera une quantité suffisante de lait écrémé, pasteurisé.

b) Orla Jensen, Ott, Snog, Kjaer ont montré récemment que les ferments lactiques avaient besoin de vitamines pour leur développement, que la vitamine B² ou lactoflavine était indispensable au développement des ferments lactiques. Cette lactoflavine sera ultérieurement éliminée avec le babeurre et ne se retrouvera pas dans le beurre.

b) Conditions physiques optima de la maturation

Deux facteurs surtout sont importants :

L'acidité ou pH de la crème, et la température de celle-ci. Nous venons de voir que les ferments eux-mêmes neutralisaient l'excès d'acide lactique. Nous avons vu qu'une acidification trop poussée de la crème donnait au beurre un goût de poisson.

Ces faits montrent l'importance du pH au cours de la maturation.

La température de maturation et l'acidité varient avec chaque espèce de ferments, aussi nous bornerons-nous à en indiquer quelques valeurs.

La plupart des fabriques danoises, selon M. Rosell,ensemencent avec 5 à 6 % de culture le matin à 7 heures, une crème d'environ 20 % de matières

grasses à une température de 60 à 64° Faraday (soit 15,55 ou 17,77° C.) et le soir la crème qui a atteint son degré d'acidité maximum (qui ne doit pas dépasser un pH de 4,6 pour Ridel, et de 4,7 pour Rossell) est refroidie jusqu'au lendemain à la température de barattage qui est de : 50 à 53° F. (10° ou 11°53 C.).

La maturation se fait en général dans des bassins en cuivre étamé, ou en métal inoxyidable et inattaquable par les acides et produits de fermentations lactiques. Ces bassins sont disposés de telle façon, qu'il est aisé de les maintenir à la température voulue, de les refroidir et de brasser la crème afin que la fermentation se fasse dans toute la masse.

La crème ainsi maturée, pendant 20 ou 24 heures, sera ensuite barattée.

BARATTAGE.

La température de barattage est de 48 à 53° F. (8°88 ou 11°66 C.), sa durée est de 30 à 40 minutes. Ces chiffres n'ont rien d'absolu. Nous n'insisterons pas sur la technique de barattage que nous avons déjà décrite. Nous signalerons l'intérêt de réduire au minimum le nombre des lavages du beurre pour ne pas lui enlever son arôme.

MALAXAGE.

Nous n'insisterons pas non plus sur la technique du malaxage, dont nous avons déjà parlé.

A ce propos une nouvelle notion mérite d'être signalée : C'est la notion d'hydrotimétrie, qui a été l'objet des travaux récents des professeurs Knudsen et Sörensen de Copenhague. Ces auteurs ont remarqué que la répartition de l'eau dans le beurre était un facteur important de sa contamination. Celle-ci ayant d'autant moins de chance de se produire que les gouttelettes d'eau réparties dans le beurre étaient plus fines. Cette notion les a conduits à doser au cours du malaxage, le degré d'atomisation de l'eau dans le beurre, au moyen d'un papier à base de bleu de bromophénol. Ce papier indicateur, appliqué à la surface du beurre donne des taches bleues dont l'étendue varie en fonction de la grosseur des gouttelettes d'eau.

Ce procédé présente le double avantage de préciser la durée du malaxage et de diminuer les risques ultérieurs de contamination du beurre par l'eau résiduelle.

Nous ne pouvons terminer cet exposé de la fabrication des beurres danois, sans insister sur le rôle important que joue l'asepsie au cours de la fabrication de ces beurres. Pour conserver au beurre cette pureté bactériologique, il est indispensable de stériliser tous les ustensiles laitiers, les eaux de lavage, papiers d'emballage, etc...

Pour expliquer la bonne conservation des beurres danois et de leur qualité, nous devons en rechercher la cause dans la réalisation de cette asepsie.

Avantages des beurres de crème fermentée par levains sélectionnés

Ces beurres présentent un ensemble d'avantages que l'on ne rencontre pas dans les autres modes de fabrication.

Au point de vue physique, ils ont l'arome, la saveur, la couleur qui les font apprécier par le consommateur.

Au point de vue chimique, ce sont des beurres digestibles par les acides gras volatils qu'ils renferment. Ce sont des beurres stables dont les constantes semblent subir un minimum de variations.

Au point de vue vitalité, ce sont des beurres vivants, ayant conservé leur teneur en vitamines et qui renferment encore une grande quantité de ferments lactiques. Nous avons suffisamment développé, en traitant les qualités du beurre, les heureux effets de ces ferments et de leur produit de fermentation sur notre organisme pour qu'il nous soit permis de ne pas y revenir.

Au point de vue conservation, ce sont les beurres dont la pureté bactériologique, dont la teneur en acide lactique, dont le pH assurent une bonne conservation. Tous ces facteurs jouent pour empêcher le développement des moisissures, des ferments butyriques, et autres germes nuisibles.

Au point de vue contamination, ce sont des beurres pasteurisés, fabriqués avec asepsie, qui présentent un minimum de chances d'être souillés par des germes pathogènes.

Ces beurres sont donc, du point de vue hygiène alimentaire, un aliment de choix.

Notons, cependant, que ces beurres de levains sélectionnés, si bons soient-ils, n'ont jamais égalé en arôme les meilleurs beurres de nos anciens fermiers. La science bactériologique a encore des progrès à faire pour isoler l'association microbienne optimale et en préciser les conditions de développement.

CONCLUSIONS

Comme conclusion de cette étude sur l'hygiène de l'aliment beurre, nous admettons que sa qualité dépend de son mode de fabrication.

I. — Les beurres de crèmes non fermentées, ou beurres doux, présentent des avantages :

1° La pureté bactériologique (les germes pathogènes ayant été détruits par une double pasteurisation).

2° L'égalité dans la qualité du produit.

Ces beurres présentent également de nombreux inconvénients.

Ce sont des beurres sans arôme, sans parfum, qui n'exciteront pas nos sécrétions pancréatiques par réflexe psychique.

Ces beurres renferment moins d'acides gras volatils et, par suite, ont un poids atomique moyen plus élevé et sont, de ce fait, moins digestibles. L'émulsion et la saponification seront plus lentes.

Ce sont des beurres dont l'acidité est en général faible, d'où leur peu de conservation. Du point de vue physiologique, leur carence en acide lactique leur donne un pouvoir antifermentescible minime.

Ces beurres n'ayant pas subi de fermentation lactique, les globules gras sont intacts, gardent leur

membrane haptogène, et de ce fait, sont moins facilement assimilables.

Ces beurres, bien souvent, ont été additionnés d'alcalins ou d'acides, en vue de leur assurer une bonne conservation. Cette adjonction n'est pas sans diminuer la teneur en vitamines.

II. — Les beurres de crèmes fermentées peuvent être obtenus suivant deux techniques :

1° par maturation spontanée ;

2° par maturation au moyen de culture de levains sélectionnés.

Les beurres de crèmes fermentées spontanément présentent pour avantages :

Leur arôme ;

Leur pureté bactériologique ;

Leur vitalité par leur teneur en ferments et en vitamines.

Nous avons vu que les bons beurres fermiers sont rares. Leur fabrication exige un soin qu'il est difficile d'obtenir dans les milieux ruraux. C'est ce qui explique :

L'inconstance de la qualité du produit (la variabilité du parfum, de la texture) ;

Le manque de conservation dû à la contamination par des germes nuisibles au cours de la fabrication.

Ces beurres non pasteurisés peuvent être cause de contamination (coli, B. de Koch, B. typhique ou paratyphique).

Les beurres de crèmes maturées au moyen de le-

vains lactiques sélectionnés, semblent présenter le maximum d'avantages, puisque ce sont des beurres qui :

— au point de vue physique ont un arôme qui les font apprécier par les connaisseurs ;

— au point de vue chimique, leurs constantes semblent subir un minimum de variations. Ce sont des beurres stables. Ce sont des beurres de qualité égale ;

— au point de vue vitalité, ce sont des beurres vivants, ayant conservé leur teneur en vitamines A et D, qui présentent encore une grande quantité de ferments lactiques ;

— au point de vue conservation, ce sont des beurres dont la pureté bactériologique, dont la teneur en acide lactique, dont le pH assurent une bonne conservation. Tous ces facteurs jouant pour empêcher le développement des moisissures ;

— au point de vue contamination, ce sont des beurres pasteurisés, fabriqués avec asepsie, qui présentent un minimum de chance d'être souillés par des germes pathogènes ;

— au point de vue physiologique, ce sont des beurres digestibles et des beurres sains.

a) Ils sont digestibles par leur arôme entraînant un réflexe psychique qui excite la sécrétion pancréatique.

Leurs acides volatils facilitent l'émulsion et la saponification.

Leur saponification rapide excite la sécrétion pancréatique.

Leur acidité permet l'action immédiate de la lipase sur les globules gras, sans le secours même de l'acide chlorhydrique.

Leurs sels (phosphates, citrates, caséine) renforcent l'action lipasique.

Ce sont des beurres ayant subi une fermentation lactique et de ce fait les globules gras seront plus facilement attaquables, la membrane protéique ayant été dissoute par l'acide lactique.

b) Ils sont sains, car ils renferment encore de nombreux ferments lactiques qui, par l'acide lactique ou par leur action diastasique, empêcheront la putréfaction intestinale.

On peut donc conclure que ces beurres de crèmes fermentées présentent des avantages qui en font un aliment de choix.

Des recherches restent encore à faire pour isoler la meilleure association microbienne, préciser ses conditions de développement, car ces beurres, si bons soient-ils, n'ont jamais égalé en arôme nos meilleurs beurres fermiers.

Vu :
LE DOYEN,
ROUSSY.

Vu :
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE
TANON.

Vu et permis d'imprimer :
LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- AGERS (H.). — A Simple Butter color stander, 1912.
- ALAIRE (Aug.). — Fraude des beurres (*Revue de Path. comparée et d'hyg. générale*, n° 366-367, février 1929, p. 123).
- ALLARD. — Le beurre, Paris, 1896.
- ANNUAIRE DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE, 1925.
- ARRAGON (Dr). — Le lait et son usage dans l'alimentation des enfants malades.
- ASEDYCK. — Contribution à la connaissance de l'action des microbes banaux sur les graisses (*Bull. of the state institute of agricultural microbiology U. S. S. R.*, 1934, in Bulletin de l'Institut Pasteur, 1936).
- ACHARD (Pr.), LEVY (J.) et GEORGIAKAKIS. — Le cholestérol des aliments (*Arch. des mal. de l'App. digestif*, 24, 785, oct. 1934).
- ACHARD (Pr.), BARIETY, CODOUNIS. — Hypolipidémie paradoxale chez le chien après ingestion de beurre (*C. R. de Biol.*, 118, 779, 1935).
- BARNETT. — Determination of carotene in butter (*C. S. Biol. chim.*, 259, année 1934).
- BAUMANN, STEENBOCK (H.), BEESON (W. M.) et RUPEL (I. W.). — *J. biol. chim.*, t. 105, 1934, p. 167 ; t. 101, 1933, p. 547 ; t. 107, 1934, p. 697.
- BAUMANN, STEENBOCK (C. D.). — Fat soluble vitamine carotene and vit. A content of butter (*Jour. Biol. chem.*, 105, 545, July. 1933).

- BAUMGARTEL. — Parchemin végétal pour l'emballage du
beurre (*Molkerei ztg.*, t. XLIV, n° 119, 13 oct.
1932, p. 2141).
- *Ann. in chim, et industrie*, avril 1933.
- BEASON. — Influence de la nourriture des animaux sur
la teneur en carotène et vit. A dans le beurre
(*Ann. Meeting* 1934, p. 54-56).
- BEZSSONOFF. — Rev. de chem. Industr., t. 42, 1932, p. 90.
- Bull. de la Sté chim. biol., t. 16, 1934, p. 1133.
- C. R. Ac. des Sc., t. 197, 1933, p. 1174.
- BILLS. — Physiology of thesterols including vit. D (*Physiol. Rev.*, t. 15, 1935).
- BINET. — Digestion intestinale des graisses (*Questions physiologiques d'actualité*).
- BOUGAULT (N. J.) — Analyses des principales denrées
alimentaires matières grasses, chocolat, lait (*Cours de chimie analytique*, 1933-34, fasc. 6).
- BOURDEAU. — Histoire de l'alimentation.
- BROCKMANN. — Vit. D (*Physiol. Chem.*, t. 241, 1936,
p. 100).
- CAMUS (Louis). — Des tests microbiologiques de conta-
mination dans le contrôle rapide du lait* (*Thèse
Lyon*, 1921).
- CASOLARI. — Détermination de la matière grasse du
beurre (*Ann. chem. appl.*, t. XXII, 1932, p. 706-
712).
- CASSANORI. — Métabolisme intermédiaire des graisses en
particulier chez les hépatiques (*Arch. de path.
méd. et clin. méd.*, t. VI, fasc. 5, 1928).
- COMBEMALE. — Traité de physiologie, p. 429 (Masson,
1931).
- CRUBB. — Alimentation au beurre, psoriasis et xéroph-
thalmie (*Marseille méd.*, 15 mai 1932).
- DAVID. — Les microbes de l'industrie laitière.

- DEBRE (Pr.). — Vit. A (*Mondemédical*, n° 884, juin 1936, p. 766).
- DELEZENNE. — Traité de physiologie, p. 307, 331, 398 (Masson, 1931).
- DERVAUX. — Laiterie et beurrerie.
- DIMITRESCO, MANTE, IONESCO. — Recherches sur le régime de Pictère catarrhal. La tolérance du beurre (*Rev. Stund. med.*, 21, 625, 628, May 1932).
- DORNIC et CHOLET. — Les beurres et dérivés.
- DRUMMOND. — Vit. D. (*Journ. Soc. Chem. Indust.*, t. 43, 1924, p. 908).
- DUCLAUX. — Traité de microbiologie.
- DURAND. — Cuisine au beurre, à l'huile ou à la graisse (*L'Hôpital*, avril 1932, n° 308 bis).
- EMBLICH. — Question de l'acidification de la crème (*Molkerey ztg.*, t. XLVI, n° 86, juillet 1932, p. 1604 et 1605).
- ECKSTEIN. — Highly unsaturated fat acids in butter (*Jour. Biol. chem.*, 97, XXXV-XXXVI, July 1932).
- FALLOISE. — A propos de la lipase gastrique. (*Arch. Internat. Physiol.*, 1907, IV, p. 405 et *Bull. de l'Ac. Royale de Belgique*, 1906, p. 396).
- FARMER et HAMMER. — Conditions du développement des ferments lactiques du beurre (*Agriculturale experimentione station Iowa Research Bull.*, n° 146, décembre 1931).
- FASCETTI. — Recherches sur les beurres de brèches (*Rev. générale du lait*, 1903, III, p. 409).
- FIESSINGER, ALBEAUX-FERNET et GAGDOS. — De l'influence de la pancréatectomie chez le chien sur la contenance du sang en lipase (*C. R. Soc. de Biol.*, 112, 549, 550, février, 17, 1933).
- FORTIN (Pierre). — Nécessité de conservateur chimique des beurres (Caen).

- FOUASSIER (Marc). — Hygiène du lait (*Le Lait*, avril 1936, p. 447 et *Revue d'hygiène*, 1933, p. 349).
- FRAPS et TREICHLER. — Variation de la teneur en vitamine A dans la graisse de beurre (*Ind. Eng. chem.*, t. XXIV, 1932, p. 1079-1081, et septembre 1932, pages 1029 à 1081).
- FRAYLOFER. — Defects in the quality of butter (Wash., 1932).
- GAROT. — Importance desgraisses dans l'alimentation des nourrissons (*Bruxelles médical*, 3 mars 1935).
- GELIN. — Lait et beurre du temps passé (1906).
- GILLAIN (A. E.). — Modif. Spectrophotometrie method. of amary of carotene and vit. A (*Biochem. J.*, 38, n° 7983, ann. 1934).
- GILMOUR et GARUP. — pH et conservation du beurre (*Jour. saorstat Eiream*, Dpt. Agr., t. XXXII, 1935, p. 23-28).
- GOLDI. — Contribution à l'étude de l'action du foie sur les graisses (*La Riforma medic.*, t. XXXIX, n° 18, 30 avril 1923).
- GRIMM. — Aerobacter dans le beurre (*Jour. of Dairy science*, vol. XVII, n° 1, janvier 1934, p. 11-13).
- GROSSFELD. — Détermination des constantes de la matière grasse du beurre (*Z. untersuch lebensm.*, t. LXIV, 1932, p. 433-460).
- GSEGER. — Le papier parchemin considéré comme véhicule despores de moisissures (*Z. untersuch lebensm.*, t. LXII, n° 5).
- *Ann. in chim. indust.*, janvier 1933.
- HAGLUND. — Acidité des beurres et leur conservation (*Bull*, n° 436 de l'*Institut central d'essais agricoles* et *Bulletin de laiterie*, n° 45, Stockholm, 1933).
- HANSEN et JANSEN. — Ensemencement des crèmes (*Le Lait*, juillet-août 1936).

- HANSEN et SORENSSEN. — Acidification et barattage (*II^e rapport de la station d'essais de laiterie danoise, 1933*).
- HÉDON. — Traité de physiologie.
- HÉDON et VILLE. — Sur la digestion et la résorption des graisses après fistule biliaire et extirpation du pancréas (*Arch. physiol.*, 1897, V^e série, IX, 606-621).
- HEISS (R.) et HENGEL. — Recherches sur la stabilité du beurre (*Milchwirtschaftliche Forshüng*, 1935, p. 8 à 24).
- HERMANN et NEUSCHULL (P.). — Action des bacilles acétiques (*Bioch. Zeitsch.*, t. CCXLV, 1932, p. 446).
- HILTON et HAUGE. — Action de l'alimentation des vaches sur la teneur en vit. A du beurre (*Journ. of Dairy science*, vol. XVIII, n^o 10, octobre 1935, p. 661-666 ; vol. XVI, n^o 4, juillet 1933, p. 355-361).
- HOLMES et LANGWORTHY (U. S. U. S.). — Digestibilité des graisses (*Dpt. Agr. bull.*, p. 507, 1917, p. 310, 1915, p. 505, 1917).
- HUNZIKER. — L'industrie du beurre.
- JAVILLIER. — Les vitamines au point de vue chimique (*Bull. de la Soc. d'hygiène alimentaire*, 1932).
- JACOBSEN. — *C. R. Soc. de Biol.*, t. 118, 1935, p. 924.
- JORDANEFF. — Biol. meth. of differenciation (*Ztsch. Fleisch milch*, p. 300, May 1932).
- KAYSER. — Traité de microbiologie agricole.
- KELLERMANN. — Nécessité de l'examen bactériologique des beurres (*Molkerei Ztg.*, t. L, 1936, p. 526-528).
- KEYMEULEN. — Indices des beurres (*Le Lait*, mars 1935, p. 327).
- KIEFFERLE. — Emploi de papier imperméable aux graisses dans l'emballage du beurre (*Molkerei Ztg.*, t. L, 1936, p. 590-592).

- KON et BOOTH. — *Journ. Soc. chem. ind.*, t. 52, 1933, p. 420 et *Bioch. J.*, t. 27, 1933, p. 1302.
- KNUDSEN et SÖRENSEN. — Contribution à l'étude des levains lactiques (*Den kgl. Veterinaer def. landbohjskole Aars krift*, 1929, Copenhague, 65-138).
- KOUTARDJIEFF. — Pasteurisation et ensemencement des crèmes (*Milchwirtschaftl Forschung*, 1935, t. XVII, p. 206-211).
- KUHN. — Les flavines (*C. R. de la Soc. de chimie biol.*, 15 mars 1936).
- KUHN et GRUDMANN. — *Ber.*, t. 66, 1933, p. 1746 ; *Ber.*, t. 65, 1932, p. 188.
- KUHN et BROCKMANN. — *Ber.*, t. 65, 1932, p. 894 ; t. 67, 1934, p. 1408.
- LABBE (Henri) (Pr.). — Les levures (*Annales d'Hygiène publique*, 1926, p. 226).
- Cours d'hygiène.
- LAFARRE. — Manuel du chimiste de la laiterie.
- LAFAYETTE et MENDEL. — Régime alimentaire et graisse de l'organisme (*Bull. de la Soc. Scientifique d'Hyg. alimentaire*).
- LALAUURIE. — Contribution à l'étude des ferments du lait (*Thèse Toulouse*, 1921).
- LEITCH. — Addition de levure de lait à la masse du beurre (*Le Lait*, mars 1924, p. 732-739).
- LEMOINE et MONGUILLON. — Le diacétyle (les améliorants du beurre). (*Le Lait*, 1936, p. 151).
- LIBBERT. — Composition de la matière grasse du beurre (*Ark. Expt. Stat. Bul.*, 280, 1934, p. 40 et *Le Lait*, 1934, p. 409 (avril)).
- LINDET. — Principes de l'industrie laitière (1907 et 1903).
- MARFAN (Pr.). — Vitamine D, principe antirachitique ergostérol irradié (*Monde Médical*, n° 884, 1^{er} juin 1936).

- MALHER et NOMENBRUCK. — Digestion des graisses par l'intestin (*Med. Klin.*, 1932, 28-40, 1380).
- MAZE. — Les microbes dans l'industrie fromagère (*An. Inst. Pasteur*, t. XIX, 1905, p. 378 à 390).
- Technique fromagère (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. XXIV, 1910, p. 395 et 459).
- L'oxydation de l'acide lactique par les bactéries (*C. R. et mém. de la Soc. de Biol.*, t. LXXXI, 1918, p. 1150).
- Laiterie (*Ann. des fermentations*, 1936, t. I, p. 216 à 243).
- Beurrerie (*Ann. des fermentations*, juin 1936, p. 152).
- MOHR et EICHSTADT. — Diacétyle et Acétylméthylcarbinol (*Milchwirtschaftlichen Ztg.*, n° 13, 1933).
- MOORE et ROCKWOOD. — On the constitution in which fats are absorbed from the intestine (*Proced. roy. Soc. B.*, 1897, t. LX, p. 428).
- PETER et KRON. — Variation des indices du beurre suivant les saisons (*Michwirtschaft. Forsch.*, t. XIV, n° 3 et 4, 1932, p. 378-386).
- PIENNE (J.), BAISSÉ et MARTIN (R.). — Dépistage du diacétyle (*Le Lait*, n° 152, février 1936).
- PIREAUX. — Action des ferments lactiques (*X^e Congrès mondial de Laiterie*, avril-mai 1934).
- POLONOWSKI et LESPAGNOL. — Eléments de chimie organique et biologique.
- PORCHER. — Pasteurisation du lait (*Le Lait*, 1933).
- Le froid dans la fabrication du beurre (*Le Lait*, novembre 1933, p. 1133-1134).
- POZERSKI. — Sur l'état physique et la digestibilité des graisses (*Presse médicale*, n° 75, 18 sept. 1926).
- RAHN et BOYSER. — Répartition de l'eau dans le beurre (*Le Lait*, janvier 1934, p. 74).

- RANDOIN (Mme L.). — La nature chimique des vitamines et leur rôle dans les organismes animaux (*Monde Médical*, n° 884, 1^{er} juin 1936, p. 745).
- RIEDEL. — Recherches sur l'acidification du lait et de la crème (*Deutsch. Molkerey Ztg.*, t. LVII, 1936, p. 233-277).
- ROSENGREN (Dr). — Teneur en eau du beurre (*Le Lait*, février 1935, p. 224).
- ROSELL. — Beurre danois (*Le Lait*, janvier 1937).
- SANDELIN. — L'eau de lavage dans le beurre (*Svenska nejeritidningen*, n° 1, janvier 1933, p. 1-4).
- SCHEUNERT et WAGNER. — Vitamine A (*Biochimie Z.*, t. CCXXXVI, 1931, p. 29-34).
- SCHOEFLER. — Empaquetage du beurre (*X^e Congrès de Laiterie*, in *Le Lait*, juin 1936, p. 668).
- SCHOORB (I. P.). — L'addition de sels minéraux et des vitamines du lait (*Nederland tydschr. Geneeskunde*, t. LXXIX, 1935, p. 4887).
- SCHUSTER. — Composition du beurre de vache (*Le Lait*, 1936, p. 660).
- SHERMANN. — Digestibilité des graisses (*Food products*, p. 390, 1916).
- SIVADJIAN. — Vitamines et hormones (1937).
- SUDDENTSCHÉ. — Coloration des produits laitiers (*Molk. Ztg.*, t. LIV, 1933, p. 5).
- SUTTON et STOLTZ. — Emploi du carotène pour colorer le beurre (*Le Lait*, 1936, n° 155, p. 517).
- SVENERT. — Examen bact. du beurre (*Bull. Ac. méd.*, juillet 1932).
- TAPERNOUX. — *Le Lait*, 1932, p. 1043.
- TERROINE. — *Thèse de pharmacie*, Paris, 1926.
- TREMOLIÈRES et THIERRY (Docteurs). — De l'utilisation des graisses dans un cas d'insuffisance biliaire totale (*Rev. méd. chirurg. des maladies du foie*, n° 4, p. 428).
- VAN LAER. — Chimie des fermentations, 1935.

WESTER et ROSENHEIM. — Sources fournissant les vitamines A et D (*Nature*, London, t. 12, n° 30, p. 440).

WOLF. — Conservation du beurre (*New-Zeeland Journal of science and technology*, vol. XV, n° 5, 1934, p. 317-326).

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	11
Historique	15
Qualités du beurre	23
Couleur	23
Odeur	24
Texture	25
Composition du beurre	26
La composition chimique du beurre	26
1° Qualités chimiques	28
2° Qualités physiques	29
Digestion des graisses	32
1° Digestion et absorption des graisses	32
2° Facteurs activant la digestion	33
1° Activants de l'émulsion	33
2° Activants de la saponification	34
3° Conclusions	38
Les vitamines	43
Ferments du beurre	49
1° Les ferments du beurre. Classification	49
2° Action chimique des ferments lactiques	52
3° Modifications physiques du beurre dues aux fermentations	54

4° Action des ferments lactiques et des produits de fermentation sur notre organisme	56
Les défauts du beurre	61
La couleur	61
Goût et odeur du beurre	62
Défauts de conservation	64
Fabrication du beurre	67
Dans les campagnes	67
Avantages et inconvénients des beurres de ma- turation spontanée	69
Dans l'industrie	71
1° Beurre doux	72
a) Action sur la matière organique	73
b) Action sur les éléments vivants	73
Qualités et défauts des beurres doux	75
2° Beurre de crème fermentée artificiellement .	78
Pasteurisation de la crème	78
Lavage de la crème	79
Maturation de la crème	80
Barattage	84
Malaxage	84
Avantage des beurres de crème fermentée par levains sélectionnés	86
Conclusions	89
Bibliographie	93

